



FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

GRADO DE CIENCIAS POLÍTICAS Y DE LA ADMINISTRACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIA POLÍTICA Y SOCIOLOGÍA

---

TRABAJO DE FIN DE GRADO

## **¿ES POSIBLE CUANTIFICAR EL APOORTE ECONÓMICO DE LOS INMIGRANTES?**

*É posible cuantificar a achega económica dos inmigrantes?*

*Is it possible to quantify the contribution of immigration to the Economy as a whole?*

---

Alumna:

Liliana P. Iglesias Pereira

---

Director del trabajo:

Dr. Celestino García Arias

---

Julio de 2020



*A Celestino,  
por su generosa dedicación.  
Y al que ya no está,  
por hacer de la constancia,  
la mejor de las terapias.*



## Resumen

Entender la aportación que realizan los inmigrantes tanto en países de origen como de destino resulta imprescindible para elaborar políticas públicas acertadas. Por parte de las instituciones, la numerosa jurisprudencia dictada en la materia en los últimos 50 años ha servido para consensuar una teoría que afirma la efectiva contribución que estos flujos ocasionan. Sin embargo, los estudios econométricos que tratan de cuantificar dichos efectos no son concluyentes, arrojando en ocasiones resultados opuestos a pesar de que utilizan similar metodología.

En este trabajo se realiza, a través de los modelos estadísticos VAR (en su modalidad VECM) y ARDL, un breve análisis que relaciona la variable migración con la riqueza económica de España, medida a través de su producto interior bruto. Para ello, se realiza un revisión bibliográfica de los principales estudios existentes y un análisis estadístico caracterizado por la preparación de series temporales en estacionarias.

## Palabras clave

Inmigración, Producto Interior Bruto, economía, riqueza, econometría, contribución, VAR, ARDL, series estacionarias.

## Resumo

Entender a aportación que realizan os inmigrantes tanto nos países de orixe como nos de destino resulta imprescindible para elaborar políticas públicas acertadas. Por parte das institucións, a numerosa xurisprudencia ditada na materia nos últimos 50 anos serviron para consensuar unha teoría que afirma a efectiva contribución que estos fluxos ocasionan. Con todo, os estudos econométricos que tratan de cuantificar os devanditos efectos non son concluíntes, arroxando en ocasións resultados opostos a pesar de que utilizan similar metodoloxía.

Neste traballo realízase, a través dos modelos estadísticos VAR (na súa modalidade VECM) e ARDL, unha breve análise que relaciona a variable inmigración coa riqueza económica de España, medida a través do seu produto interior bruto. Para iso, realízase unha revisión bibliográfica dos principais estudos existentes e unha análise estadística caracterizada pola preparación de series temporais en estacionarias.

## Palabras chave

Inmigración, Produto Interior Bruto, economía, riqueza, econometría, contribución, VAR, ARDL, series estacionarias.

## **Abstract**

Understanding the economic contribution of migrants to both, the economies of their countries of origin as well as those of residence, has proven critical to develop effective public policies. The copious amounts of jurisprudence dictated on this subject by several institutions over the last fifty years has contributed to the consolidation of the theory that vindicates the real contribution of these economic fluxes. Yet, those econometric studies that had aimed to effectively quantify those contributions have yet to probe conclusive on the matter. Indeed, they had sometimes showed contradictory results in spite of relying on similar methodologies.

This work aims to put forward a concise analysis of the relationship between the variable of migration and the economic wealth of Spain. By relying on the statistical models VAR (VECM modality) and ARDL, this work will seek to measure it in terms of Spain's gross domestic product. The piece will also include a general review of the existing bibliography on the subject, as well a statistical analysis of time series in stationary.

## **Keywords**

Inmigration, gross domestic product, economy, wealth, econometrics, contribution, VAR, ARDL, stationary time series.





# Índice general

Índice de gráficos	13
Índice de tablas	17
<b>I Introducción</b>	<b>19</b>
1. Motivación del trabajo	21
2. Objeto de estudio	29
2.1. Objetivos . . . . .	29
2.1.1. Objetivos principales . . . . .	29
2.1.2. Objetivos secundarios . . . . .	30
2.2. Preguntas de investigación . . . . .	30
<b>II Revisión bibliográfica</b>	<b>31</b>
3. Revisión teórica	33
4. Informes de instituciones	37
4.1. Fundamentos teóricos . . . . .	37
4.2. Metodología . . . . .	38
4.3. Resultados . . . . .	40
5. Estudios académicos	45
5.1. Fundamentos teóricos . . . . .	45
5.2. Metodología . . . . .	46
5.3. Resultados . . . . .	47

<b>III</b>	<b>Metodología y diseño de investigación</b>	<b>51</b>
<b>6.</b>	<b>Establecimiento del modelo</b>	<b>53</b>
6.1.	Teoría . . . . .	53
6.2.	Conceptualización y operacionalización . . . . .	55
6.2.1.	Concepto 1: Inmigración . . . . .	56
6.2.2.	Concepto 2: Nivel de riqueza . . . . .	58
6.2.3.	Concepto 3: Demografía . . . . .	59
6.2.4.	Concepto 4: Empleo . . . . .	60
6.2.5.	Concepto 5: Productividad . . . . .	61
6.3.	Codificación de variables . . . . .	62
6.4.	Hipótesis o implicaciones observacionales . . . . .	63
<b>7.</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>65</b>
7.1.	Periodo a analizar . . . . .	65
7.2.	Técnicas de recogida de datos . . . . .	65
7.3.	Método de investigación . . . . .	66
7.4.	Estrategia del trabajo . . . . .	67
<b>IV</b>	<b>Análisis e interpretación</b>	<b>69</b>
<b>8.</b>	<b>Modelo de vectores autorregresivos (VAR)</b>	<b>71</b>
8.1.	Introducción . . . . .	71
8.2.	Análisis básico de las variables . . . . .	72
8.2.1.	Estadísticos principales . . . . .	73
8.2.2.	Análisis gráfico . . . . .	73
8.2.3.	Análisis de autocorrelación . . . . .	75
8.3.	Contrastes de raíz unitaria . . . . .	76
8.3.1.	Test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) . . . . .	77
8.3.2.	Modelo KPSS . . . . .	78
8.4.	Análisis de cointegración . . . . .	79
8.4.1.	Contraste de Engle y Granger (EG) . . . . .	80
8.4.2.	Contraste de Johansen . . . . .	83
8.4.3.	Resultados del análisis de cointegración . . . . .	85
8.5.	Análisis de variables en su primera diferenciación . . . . .	85
8.6.	Análisis de variables en su segunda diferenciación . . . . .	89

<i>Índice general</i>	11
8.7. Modelo de corrección del error (VECM)	94
8.8. Análisis de impulso respuesta	98
8.9. Resultados	100
<b>9. Modelo autorregresivo de retardos distribuidos (ARDL)</b>	<b>103</b>
9.1. Introducción	103
9.2. Análisis del modelo	104
9.3. Resultados	105
<b>V Conclusiones</b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>115</b>
Referencias	115
<b>Anexos</b>	<b>119</b>
.1. Autocorrelación	121
.2. Dickey-Fuller aumentado (ADF)	126
.3. KPSS	136
.4. Test EG	139
.5. Análisis de residuos	140
.6. Análisis de Johansen	142
.7. Primera diferenciación	144
.8. Segunda diferenciación	158
.9. Modelo VECM	175
.10. Análisis impulso-respuesta	180
.11. Análisis ARDL	184



# Índice de figuras

6.1. Teoría . . . . .	53
6.2. Teoría ampliada . . . . .	54
6.3. Hipótesis . . . . .	63
8.1. Estadísticos variables . . . . .	73
8.2. Gráfica total variables originarias . . . . .	74
8.3. Gráfica variables originarias . . . . .	74
8.4. Gráfica variables primera diferencia . . . . .	82
8.5. Gráfica variables total primera diferencia . . . . .	86
8.6. Gráfica variables primera diferencia . . . . .	86
8.7. Gráfica variables segunda diferencia . . . . .	89
8.8. Gráfica residuos segunda diferencia . . . . .	93
8.9. Resultados ARCH . . . . .	97
8.10. Resultados normalidad . . . . .	97
8.11. Análisis impulso respuesta . . . . .	99
1. Correlograma PIBpc originario . . . . .	121
2. Correlograma (2) PIBpc originario . . . . .	121
3. Correlograma migración originario . . . . .	122
4. Correlograma (2) migración originario . . . . .	122
5. Correlograma empleo originario . . . . .	123
6. Correlograma (2) empleo originario . . . . .	123
7. Correlograma demografía originario . . . . .	124
8. Correlograma (2) demografía originario . . . . .	124
9. Correlograma productividad originario . . . . .	125
10. Correlograma (2) productividad originario . . . . .	125
11. ADF PIBpc (constante) . . . . .	126
12. ADF PIBpc (constante y tendencia) . . . . .	127

13.	ADF migración (constante)	128
14.	ADF migración (constante y tendencia)	129
15.	ADF empleo (constante)	130
16.	ADF empleo (constante y tendencia)	131
17.	ADF demografía (constante)	132
18.	ADF demografía (constante y tendencia)	133
19.	ADF productividad (constante)	134
20.	ADF productividad (constante y tendencia)	135
21.	KPSS PIB	136
22.	KPSS migración	137
23.	KPSS empleo	137
24.	KPSS demografía	138
25.	KPSS productividad	138
26.	Test EG de residuos (originarios)	139
27.	MCO residuos (originarios)	140
28.	ADF residuos (originarios)	141
29.	Selección del orden del var	142
30.	Análisis Johansen (1)	142
31.	Análisis Johansen (2)	143
32.	Análisis Johansen (3)	143
33.	Correlograma PIB primera diferencia	144
34.	Correlograma PIB primera diferencia (2)	144
35.	Correlograma migración primera diferencia	145
36.	Correlograma migración primera diferencia (2)	145
37.	Correlograma empleo primera diferencia	146
38.	Correlograma empleo primera diferencia (2)	146
39.	Correlograma demografía primera diferencia	147
40.	Correlograma demografía primera diferencia (2)	147
41.	Correlograma productividad primera diferencia	148
42.	Correlograma productividad primera diferencia (2)	148
43.	ADF PIB (primera diferencia)	149
44.	ADF migración (primera diferencia)	150
45.	ADF empleo (primera diferencia)	151
46.	ADF demografía (primera diferencia)	152
47.	ADF productividad (primera diferencia)	153

48.	KPSS PIB (primera diferencia)	154
49.	KPSS migración (primera diferencia)	154
50.	KPSS empleo (primera diferencia)	155
51.	KPSS demografía (primera diferencia)	155
52.	KPSS productividad (primera diferencia)	156
53.	EG primera diferencia	157
54.	Correlograma PIB segunda diferencia	158
55.	Correlograma PIB segunda diferencia (2)	158
56.	Correlograma migración segunda diferencia	159
57.	Correlograma migración segunda diferencia (2)	159
58.	Correlograma empleo segunda diferencia	160
59.	Correlograma empleo segunda diferencia (2)	160
60.	Correlograma demografía segunda diferencia	161
61.	Correlograma demografía segunda diferencia (2)	161
62.	Correlograma productividad segunda diferencia	162
63.	Correlograma productividad segunda diferencia (2)	162
64.	ADF PIB (segunda diferencia)	163
65.	ADF migración (segunda diferencia)	164
66.	ADF empleo (segunda diferencia)	165
67.	ADF demografía (segunda diferencia)	166
68.	ADF productividad (segunda diferencia)	167
69.	KPSS PIB (segunda diferencia)	168
70.	KPSS migración (segunda diferencia)	169
71.	KPSS empleo (segunda diferencia)	169
72.	KPSS demografía (segunda diferencia)	170
73.	KPSS productividad (segunda diferencia)	170
74.	EG en segunda diferencia	171
75.	EG sin productividad en segunda diferencia	172
76.	Orden de retardos (segunda diferencia)	173
77.	Johansen en segunda diferencia	173
78.	ADF residuos (segunda diferencia)	174
79.	VECM (1)	175
80.	VECM (2)	176
81.	VECM (3)	177
82.	VECM (4)	178

83.	VECM (5)	179
84.	VECM (6)	179
85.	Análisis impulso-respuesta PIB	180
86.	Análisis impulso-respuesta migración	181
87.	Análisis impulso-respuesta empleo	182
88.	Análisis impulso-respuesta productividad	183
89.	Modelo ARDL	184
90.	Análisis autocorrelación ARDL	184
91.	Análisis ARCH ARDL	185
92.	Análisis normalidad ARDL	185
93.	Análisis normalidad (2) ARDL	186



# Índice de cuadros

6.1. Condiciones de la teoría . . . . .	55
6.2. Resumen variables . . . . .	56
6.3. Ficha técnica extranjeros residentes en España . . . . .	57
6.4. Ficha técnica producto interior bruto . . . . .	59
6.5. Ficha técnica factor demográfico . . . . .	60
6.6. Ficha técnica tasa de empleo . . . . .	61
6.7. Ficha técnica tasa de productividad . . . . .	62
8.1. Resumen autocorrelación (Q) . . . . .	76
8.2. Resultados ADF . . . . .	77
8.3. Resultados KPSS . . . . .	79
8.4. Resultados EG1 . . . . .	81
8.5. Residuos EG1 . . . . .	81
8.6. ADF residuos (uhat3) EG1 . . . . .	83
8.7. Resumen Johansen . . . . .	84
8.8. Resumen autocorrelación primera diferencia . . . . .	87
8.9. Resultados ADF primera diferencia . . . . .	87
8.10. Resultados KPSS primera diferencia . . . . .	87
8.11. Resultados EG primera diferencia . . . . .	88
8.12. Residuos EG primera diferencia . . . . .	88
8.13. Resumen autocorrelación segunda diferencia . . . . .	90
8.14. Resultados ADF segunda diferencia . . . . .	90
8.15. Resultados KPSS segunda diferencia . . . . .	90
8.16. Resultados EG segunda diferencia . . . . .	91
8.17. Residuos EG segunda diferencia . . . . .	91
8.18. Resultados EG2 segunda diferencia . . . . .	91
8.19. Residuos EG2 segunda diferencia . . . . .	91

8.20. Resumen Johansen segunda diferencia . . . . .	92
8.21. Residuos ADF segunda diferencia . . . . .	93
8.22. Resumen VECM . . . . .	95
8.23. Resumen 2 VECM . . . . .	95
9.1. Análisis del modelo de retardos distribuidos autorregresivos (ARDL) . . . .	104

# **Parte I**

## **Introducción**



# Capítulo 1

## Motivación del trabajo

*«Un estudiante que tenga dificultades para pensar en al menos tres explicaciones sensatas para cualquier correlación que realmente le interese probablemente debería elegir otra profesión.»*

Arthur L. Stinchcombe

Los movimientos migratorios ocupan un papel protagonista en la historia de la humanidad, constituyéndose como uno de los fenómenos sociológicos que más informes y estudios produce, tanto en el ámbito institucional como por parte del mundo académico. Y esto ocurre porque, a lo largo de nuestra historia, resultan incontables el número de inmigrantes que, por uno u otro motivo, se ven abocados en la necesidad de cambiar sus fronteras, abriéndose camino entre nuevas culturas para adaptar sus diferencias, produciendo como resultado nuevas comunidades en las que la diversidad de sus integrantes resulta de gran interés.

Finalizada la Segunda Guerra Mundial estos flujos se intensificaron considerablemente, especialmente a partir de la última década del siglo XX -según datos de Naciones Unidas, en el año 2010 se registraron un total de 221 millones de inmigrantes en todo el mundo, frente a los 154 millones registrados en 1990 (United Nations, 2013)-. En Europa, a partir de los años 50 del siglo XX se experimentó un crecimiento desigual: los países del centro y norte presumieron de un crecimiento económico relevante, creándose una demanda de empleo superior a su oferta, teniendo que recurrir, por consiguiente, a la contratación de empleados extranjeros, principalmente procedentes de países del sur de Europa (España, Portugal, Grecia e Italia). Contrariamente, en el sur de Europa se experimentaba un crecimiento demográfico de grandes dimensiones, potenciado por su posición geográfica,

mientras que el crecimiento económico continuó estancado (Seers, Schaffer, y Kiljunen, 1981). Esta situación se reflejó de varias formas: por una parte, los países demandantes de mano de obra pudieron satisfacer sus necesidades, lo cual permitió aumentar su crecimiento económico; por otra, los países exportadores pudieron aliviar sus tasas de desempleo y aprovechar la llegada de remesas internacionales a su favor.

Superando paulatinamente en la década de los 80 la crisis mundial de 1973, Europa revivió con un crecimiento económico más tímido, mientras que los flujos migratorios dentro del continente se redujeron considerablemente. La entrada de los países del sur en la Comunidad Económica Europea (CEE) repercutió positivamente en su recuperación y crecimiento económico -situación potenciada por la caída de los regímenes autoritarios de España, Portugal y Grecia en la década de los 70-. Nuevamente, los años 90 se iniciaron con un estancamiento económico global, seguido de una fase de crecimiento a partir de 1995, bonanza económica que incidió especialmente en los países del sur de Europa, los cuales, al ver reducido su crecimiento demográfico, demandaron trabajadores extranjeros, convirtiéndose en los principales países receptores de inmigrantes en Europa, todo ello favorecido por una legislación más permisiva en comparación con los países del norte, especialmente con la comunidad latinoamericana (Verdugo Matés, 2017). Todo lo anterior arrojó como resultado que, según datos de Eurostat, España fuera el país de la Unión Europea que más aumentó su población extranjera durante el periodo 1995-2008, hasta alcanzar una cifra de inmigrantes residentes en España superior a los 5 millones, convirtiéndose en el segundo país de la Unión con más inmigrantes, detrás de Alemania.

En España, el crecimiento económico se aunó con la incorporación a la CEE, lo cual ocasionó un aumento drástico de exportaciones, principalmente de cultivos agrícolas, aumentando grandes extensiones de explotación, especialmente en la costa mediterránea. Por las características adheridas a este tipo de trabajo, como lo son la temporalidad, bajo salario y jornadas intensivas, creció considerablemente el número de extranjeros empleados, cifra que se incrementó año tras año -según los datos del Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, existían 86 mil inmigrantes dados de alta en el sistema especial agrario en 1999, frente a los 532 mil registrados en 2010 (más del 25 % del total)-. Situación similar, aunque en menor volumen, ocurrió en el sector de la construcción y empleados del hogar.

Pero, a pesar de toda la información que existe, la inmigración a día de hoy continúa ocupando intensos debates y numerosas críticas en la agenda pública. Líderes políticos y partidos con alta representación recurren a este tema cada vez con más frecuencia, criticando una escasa regulación, laxos requisitos de entrada y permanencia en España, y/o

las dificultades adheridas a convivir con diferentes formas de vida -como religión, vestimenta y/o costumbres diferenciadas-, todo ello bajo las pretensiones de falta de recursos para todos (especialmente, el capital trabajo) o mayor peligrosidad ligada a un aumento de criminalidad. Y estos reclamos tienen cabida en la ciudadanía, como un reflejo de las demandas que proceden de estos, o que la población acoge para sí como una crítica más del sistema, situación que se retroalimenta y que acaba por influir en la percepción que se tiene sobre la comunidad inmigrante. El punto angular de parte de las cuestiones que se debaten inciden sobre el aspecto económico, siendo en tiempos de recesión económica cuando más triunfa este reclamo, basado en la necesidad de guardar el máximo número de activos posibles para los nativos, no pudiendo compartirlo con nadie más por su escaseza.

Para conocer, a grandes rasgos, cuál era la percepción o actitud que los españoles tenían hacia los inmigrantes en diferentes momentos temporales, resultan útiles los informes procedentes del Centro de Investigaciones Sociológicas (en adelante, CIS). El barómetro número 2.565 de mayo de 2004, año entendido de prosperidad económica, arrojaba resultados como los siguientes: el 59 % pensaba que uno de los principales problemas de España era el paro, frente a un 14,9 % que marcó la opción de inmigrantes; un 53,7 % entendía que el país necesitaba trabajadores extranjeros, mientras que un 53,3 % afirmaba que los procedentes de otros países que viven en España eran «demasiados». Un 42,8 % entendía la inmigración como algo «más bien positivo», frente a un 28 % que lo entendía como algo «más bien negativo» (un 20,5 % afirmó que «ni una cosa ni la otra»). Más de la mitad de encuestados mantenían que la legislación era «demasiado tolerante» (23,5 %) y «más bien tolerante» (31,8 %). A la afirmación de si los inmigrantes quitaban puestos de trabajo a los españoles, un 48,2 % se mostró de acuerdo y un 45,4 % en desacuerdo.

En 2011, año crucial caracterizado por un cambio de ciclo político y por ser latentes las consecuencias más devastadoras de la crisis económica, la publicación número 2.918 del CIS mantenía como primer problema de España el paro (69 %) frente a un 0,9 % que acusaba a la inmigración. Un 40,3 % mantenía que los inmigrantes recibían «demasiada» protección por parte del Estado, junto a un 20,5 % que seleccionó la opción de «mucho». El 43 % indicaba que había en España un número «excesivo» de inmigrantes, mientras que un 32 % marcó la opción de «elevado». En términos legislativos, un 42,7 % defendía que las condiciones legales eran «demasiado tolerantes», y un 31,5 % indicó que eran «más bien tolerantes». Por otro lado, un 28,5 % afirmaba que los inmigrantes recibían del Estado «mucho más de lo que aportan», y un 34,2 % «más de lo que aportan». El aspecto positivo que más han marcado los encuestados fue el enriquecimiento cultural (36,7 %), mientras que el aspecto negativo más común fue más problemas de delincuencia e inseguridad

(25,9 %). La valoración de la contribución al desarrollo económico de los inmigrantes está claramente dividida (a favor 47,7 % y en contra 44,6 %), mientras que un 61,7 % afirmó que los inmigrantes «quitan puestos de trabajo a los españoles». En términos generales, la valoración positiva de la inmigración fue de un 40 %, mientras que la negativa fue de un 38,3 %.

Como último ejemplo, el CIS número 3.190 publicado en el año 2017 señaló que los encuestados entendían en un 53,4 % que los inmigrantes recibían «mucha» y «bastante» protección por parte del Estado, afirmando que existía un excesivo (29,3 %) y elevado (31,8 %) número de inmigrantes en España. La legislación vigente en la materia fue valorada como «demasiado tolerante» (25,4 %) y «más bien tolerante» (30,4 %). Un 20,1 % indicó que los inmigrantes reciben «mucho más de lo que aportan» y un 35,4 % seleccionó la opción de «más de lo que aportan». El enriquecimiento cultural se mantiene como el aspecto positivo más destacable y «más problemas de delincuencia e inseguridad» continúa como el principal aspecto negativo (aunque en menor porcentaje, con 15,2 %). Un 51,9 % de los encuestados afirmaron que la inmigración contribuye positivamente a la economía del país, y un 50,3 % mantenían que los inmigrantes «quitan puestos de trabajo a los españoles». En términos generales, un 51,6 % entiende la inmigración como positiva, frente a un 25,9 % que la valoraron negativamente.

En conclusión, y a pesar de que los datos mencionados no sean completos -sería conveniente, en todo caso, analizar más detenidamente esta evolución para una mayor rigurosidad-, se pueden extraer las siguientes conclusiones: en 2004 las actitudes hacia la inmigración de la población española ya estaban divididas, aunque la entendían en mayor medida como algo positivo. En el año 2011 los resultados muestran una mayor reticencia, aumentando la valoración negativa de la inmigración -situación esperable en años de recesión económica-. En cambio, en 2017 los datos vuelven a relajarse, mostrando un ligero aumento en la valoración de la contribución positiva que realiza la inmigración y en la valoración positiva general.

De este modo, crece el número de partidos políticos en todo el mundo que rescatan este debate para buscar una diferenciación cada vez mayor con sus competidores. En España, el ejemplo más ilustrativo lo ocupa VOX: si bien es cierto que últimamente basan su reclamo en una «mayor peligrosidad de la comunidad inmigrante», tal y como señalan en un *tweet* escrito en su cuenta oficial de Twitter el día 29/07/20 en la que indican que «Menas, bandas latinas y ajustes de cuentas: la espiral de violencia callejera que soportan nuestros barrios. Sólo VOX exige la expulsión de todos los inmigrantes ilegales, pero también de los que,



siendo legales, hayan cometido delitos graves.»<sup>1</sup>, no olvidan el reclamo económico, tema que ocupa este trabajo.

Así, aunque en su programa electoral sólo hagan referencia a «suprimir medidas que favorezcan la inmigración ilegal» y a revisar los criterios sobre adquisición de la nacionalidad, son varias las intervenciones en las que aluden al hecho de que España no tiene recursos suficientes (*tweet* del 05/06/20 de la cuenta oficial de VOX: «Mientras los progres millonarios les engañan para que se jueguen la vida en el Mediterráneo, @ivanedlm -en referencia a Iván Espinosa de los Monteros- advierte en España, Alemania y Francia a millones de africanos la realidad: No vengán a España. España no tiene capacidad para pagarles», o, en otro *tweet* del 03/06/20, le respondían al cantante Luis Cepeda que «Solo los pijoprogres como tú piensan que los españoles podemos pagar una renta mínima a todos los africanos que vienen a España. La gente que viene en patera son víctimas de vuestras mentiras y de vuestro falaz discurso multicultural»; también Rocío Monasterios añadió el 19/06/20 que «Nos gastamos en mantener a estos MENAS lo que no tenemos para pagar ERTES, para ayudar familias, para mejorar residencias... y encima nuestros vecinos en los barrios de Madrid tienen que vivir con miedo, desprotegidos. ¡Ya está bien! #StopMenas»).

Estos mensajes, que rompen con las prácticas «políticamente correctas» predominantes en los últimos años, no reconocen la contribución positiva que los inmigrantes han hecho a lo largo de la historia al enriquecimiento global, especialmente en países con un agudizado estancamiento demográfico como es España, tal y como reiteradamente señalan los informes institucionales, además de publicitar una imagen del inmigrante deshonesto<sup>2</sup>.

Y esta situación se complica cuando, desde diferentes partes del mundo, científicos sociales publican trabajos en los que tratan de analizar la contribución positiva o la no contribución de la comunidad inmigrante, tanto en términos económicos, como sociales o culturales, arrojando resultados diferentes a través de diversa metodología, lo que conduce a que sea más complejo obtener una postura consensuada sobre la materia: ¿influyen positivamente o no? A diferencia del consenso institucional sobre la materia, los académicos indican que la respuesta no es sencilla.

<sup>1</sup>Sin alusiones sobre la primera parte, se recomienda acudir al artículo 89 del Código Penal para comprobar que sus reclamos ya están vigentes desde la reforma de 2015: «las penas de prisión de más de un año impuestas a un ciudadano extranjero serán sustituidas por su expulsión del territorio español».

<sup>2</sup>Hay estudios que afirman que los inmigrantes reciben en España menos ayudas asistenciales que los nativos (ver revisión bibliográfica). Según el Real Decreto-ley 20/2020, de 29 de mayo, por el que se establece el ingreso mínimo vital, los requisitos para acceder a dicha protección son tener residencia legal y efectiva en España durante al menos un periodo ininterrumpido y continuado de un año, figurar inscritos como demandantes de empleo y encontrarse en situación de vulnerabilidad económica, situaciones que dificultan el acceso a inmigrantes no regularizados.

En definitiva, son varias las causas que pueden influir sobre la percepción y actitudes que los españoles tienen hacia la inmigración. Por una parte, no se puede obviar un trasfondo xenófobo y rechazo a la diferencia -en este sentido, existen estudios que afirman que las diferencias relacionadas con la ideología y, principalmente, la religión, son determinantes en las percepciones que se tienen de los inmigrantes (Anaya, Béjar, y Bautista, 2017), existiendo menor rechazo sobre aquellos que proceden de países con similar cultura religiosa, algo que explica la mayor reticencia que tienen los españoles hacia la comunidad marroquí a pesar de ser un país vecino (D'Ancona, 2002)-. También un contexto económico y social desfavorable influye de manera decisiva, agudizando las reticencias.

Por otra, la desinformación sobre la materia por parte de la población agudiza su crítica, situación que se refleja en varios aspectos: en primer lugar, el desconocimiento de trabajos científicos o informes institucionales conduce, entre otras cosas, a que aumente la percepción individualista que tenga cada ciudadano en función de su situación socioeconómica -posición más o menos acomodada-, familiar -por ejemplo, si procede o es cercano a una familia emigrante o inmigrante-, o incluso, en función de su residencia -puede no tenerse la misma percepción sobre la inmigración en una localidad en la que el volumen de inmigrantes sea más elevado, como es el caso de Madrid o Cataluña, frente a otras localidades con menor población inmigrante, como por ejemplo, Galicia-, lo que patenta una tendencia a inferir hechos particulares o locales a una conclusión generalizada que no tiene por qué corresponderse con la realidad. Así, afirma el (Consejo Económico y Social, 2019) lo siguiente: «La falta de información veraz y objetiva -el 74 % de españoles reconoce no estar bien informado, frente al 61 % de la media europea-, constituye un caldo de cultivo favorable a la manipulación y a la propagación de ideas xenófobas».

En segundo lugar, el hecho de que existan numerosos estudios científicos a nivel mundial, en ocasiones procedentes de instituciones o universidades de prestigio, en los que se demuestra tanto la contribución positiva como la no contribución de la población inmigrante hace que ambas posturas puedan basar sus afirmaciones exclusivamente en aquellos informes que los respalden, otorgándole un carácter riguroso que hace mella en sus destinatarios, pues no es lo mismo lanzar un titular sin más miramientos, que lanzar una afirmación basada en un estudio complejo que «afirma» su validez.

Si cualquier usuario, consciente de lo mencionado, se detiene a analizar estos trabajos científicos, en un afán de descubrir «la verdad», especialmente el público en general sin grandes conocimientos en materia econométrica, estadística o técnica, no llega a más reflexión que a la de confiar en las conclusiones que cada uno de los autores proporciona, y, como mucho, en acuñar la explicación que más le satisfaga, teniendo en estos casos

escasa capacidad crítica para «validar», o, por lo menos, «entender» el *por qué* de unos u otros resultados.

Y justamente de dicha reflexión nace este trabajo. En primera instancia, se mantiene la intención de conocer las dificultades adheridas a este tipo de análisis, todo ello en aras de entender el por qué de las diferentes respuestas a similares preguntas. En segundo lugar, se busca aproximar una respuesta rigurosa a través del método científico sobre la contribución económica de los inmigrantes en España. Se pretende, por tanto, además de realizar una profunda revisión bibliográfica diferenciando los informes institucionales de los trabajos académicos sobre la materia, incidiendo especialmente en sus diferencias metodológicas y resultados, plantear una nueva perspectiva de análisis a través de la estadística que pueda aportar nuevas herramientas a este campo de estudio. El fin último que se persigue es el de descubrir si, debido a la complejidad del tema que aquí se trata y a la vista de los resultados obtenidos, es realmente posible «cuantificar» todos los efectos económicos de la inmigración.

Por último, cabe tener en cuenta el carácter breve de este estudio, lo que se traduce en que multitud de variables determinantes en los efectos económicos de la inmigración no se pueden tener en cuenta. Esto conduce a que toda respuesta que se pueda obtener no sea plenamente correcta, o peque, incluso, de sesgo en su planteamiento. Teniendo en cuenta lo anterior, lo que este estudio pretende es realizar un primer paso o una breve contribución a la materia, determinando en la siguiente sección el correspondiente ámbito objetivo de análisis.



# Capítulo 2

## Objeto de estudio

Este trabajo pretende establecer un método con el que poder hallar una relación entre la inmigración y la contribución a la riqueza que han realizado en España. De este modo, el análisis principal gira alrededor de los términos de inmigración y riqueza (entendida en términos económicos), descartando otras cuestiones igualmente determinantes en la explicación de los fenómenos migratorios, pero que, por extensión, no se pueden incluir en este trabajo. Pese a ello, no deben olvidarse, entendiéndose este estudio como una breve aportación al conjunto de la materia.

Por tanto, el tema principal de este trabajo lo constituyen los efectos de la inmigración en la riqueza, siendo el caso de estudio España. El problema al que se busca dar respuesta es si es posible cuantificar, a través de la estadística, la aportación de la inmigración a la riqueza española en términos económicos. La justificación de escoger este problema se debe a la dificultad de su estudio y a la falta de consenso en la materia, no habiendo a día de hoy material académico consensuado, con el fin de contribuir con un análisis econométrico diferente.

### 2.1. Objetivos

A continuación, se detallan los objetivos que se persiguen en esta investigación básica y que constituyen la guía que da lugar al resto del trabajo.

#### 2.1.1. Objetivos principales

Este estudio persigue principalmente los siguientes objetivos generales:

- En primer lugar, explorar y describir la bibliografía existente, incidiendo especialmente en los estudios académicos de relevancia que utilicen metodología econométrica, atendiendo a su metodología y resultados.
- En segundo lugar, clarificar el significado de los términos de la investigación.
- A continuación, establecer y explicar, de forma general, uno o varios modelos estadísticos a través de los cuales se pueda comprobar la posibilidad de cuantificar la contribución positiva de la inmigración a la riqueza de España.
- A su vez, se persigue mejorar el resultado incluyendo en el análisis algunas de las variables relevantes en la relación.
- Por último, se busca comprender e interpretar los resultados que se obtengan de los modelos estadísticos.

### 2.1.2. Objetivos secundarios

De modo adicional, si lo anterior ha sido posible, se pretende cuantificar, de forma precisa, la contribución de la inmigración a la economía española, y comparar la efectividad de los modelos propuestos a partir de sus resultados.

## 2.2. Preguntas de investigación

Las preguntas a las que se trata de dar respuesta son las que siguen:

- ¿Puede la estadística responder satisfactoriamente a los objetivos planteados? En caso de que así sea, ¿qué modelos estadísticos pueden ser útiles?
- Realizado el análisis, ¿existe relación entre la inmigración y la riqueza?
- Los resultados obtenidos, ¿conducen a similares conclusiones de algunos de los trabajos precedentes en la materia?
- En búsqueda del consenso académico, ¿sería posible establecer una técnica consensuada para medir el impacto económico de los inmigrantes?

Establecidos los objetivos del trabajo y las preguntas de investigación a las que se trata de dar respuesta, el siguiente capítulo está dedicado a la revisión bibliográfica.

## **Parte II**

### **Revisión bibliográfica**





## Capítulo 3

### Revisión teórica

El estudio sobre los movimientos migratorios ha venido ocupando en las últimas décadas innumerables páginas, analizándose dicha contingencia desde diferentes metodologías y aplicando para ello distintas teorías, lo que hace que sea considerablemente difícil realizar una revisión completa teniendo en cuenta la extensión del presente trabajo. Por ello, a continuación se realiza una breve descripción de las teorías migratorias predominantes en las últimas décadas, acompañada en los siguientes capítulos de una revisión de los informes institucionales más relevantes sobre la materia, y por último, un análisis de los estudios académicos más significativos en el ámbito español que han utilizado la econometría para explicar la implicación de los migrantes en el desarrollo económico.

En la actualidad no existe una única teoría consensuada que explique la migración internacional como un rasgo estructural de los Estados industrializados. A continuación, se presentan las teorías más significativas.

De entre las propuestas, destaca la procedente del *enfoque económico neoclásico* de mediados del año 1950, como una evolución del pionero análisis de Ravenstein, el cual entendía que la causa principal de la emigración era la diferenciación salarial entre los países de origen y destino. La propuesta neoclásica, desde un enfoque microeconómico, entiende la migración como una decisión individual que trata de maximizar los ingresos personales (para cuya decisión influyen necesariamente las diferencias de salario y condiciones laborales entre los Estados de origen y destino)<sup>1</sup>. Mundell fue el autor referente de este enfoque, aplicando el modelo canónico de equilibrio económico general sobre el comercio internacional<sup>2</sup>: los factores de producción se desplazan hacia los países donde su retribución (capital y trabajo) es mayor, hasta igualarse el precio de los factores con la

---

<sup>1</sup>Destacan autores como Lewis, 1954 (analizando los desplazamientos del sector agrario a la ciudad); Ranis y Fei, 1961; Harris y Todaro, 1970; Todaro, 1976.

<sup>2</sup>Denominada Teoría Heckscher-Ohlin-Samuelson (H-O-S).

retribución, por tanto, cuando el salario se iguala en los países emisores y receptores, la emigración cesa.

Otro enfoque es el que explica la *nueva teoría económica de la migración*, desarrollada a partir de la obra de Stark y Bloom en 1985, la cual entiende que la decisión de migrar es de tipo familiar (ya no individual), con el fin de minimizar los riesgos sobre los ingresos familiares o para reducir las restricciones de capital en la actividad productiva de capital.

Por otro lado, ignorando los procesos microeconómicos, aparecen dos teorías: en primer lugar, la *teoría de mercado laboral dual*, definida por el economista Piore (1979), el cual entiende la migración como respuesta a las necesidades estructurales de las economías industrializadas modernas, en las que "la inmigración no es causa de los factores de estímulo en los países de origen (bajos salarios o un desempleo alto), si no de los factores de atracción de los países receptores (una crónica e inevitable necesidad de mano de obra extranjera)". En segundo lugar, la *teoría de los sistemas mundiales* propuesta por Wallerstein (1974) entiende la migración como consecuencia de la globalización económica, esto es, entiende que ha sido el capitalismo el que ha generado inevitables flujos económicos.

También destaca la *teoría en red*, que explica que "una vez que el número de inmigrantes alcanza el umbral, la expansión de las redes reduce el coste y los riesgos del desplazamiento, lo que causa el aumento de la probabilidad de emigrar"<sup>3</sup>. La *teoría institucional*, añade al respecto que la instauración de instituciones estables constituyen otra forma de capital social para el acceso al empleo del trabajo extranjero. Otras causas latentes de la emigración son los conflictos armados o persecución, búsqueda de regímenes que no limiten libertades fundamentales (dictaduras), atracción por el modelo de vida y riqueza de los países desarrollados, y, particularmente creciente en los últimos años, la emigración medioambiental. A todo lo anterior se deben añadir las dificultades aparejadas a esta decisión, tales como las posibles prohibiciones y restricciones legales de entrada y salida de diversos países, los costes económicos (en la mayoría de ocasiones considerablemente altos, lo cual conduce a que sólo puedan emigrar los que posean una cantidad excedente de recursos) y el desenraizamiento que tienen que asumir estas personas rompiendo con sus lazos más sólidos.

Por último, los economistas Jeffrey G. Williamson y David Bloom, entre otros autores, estudiaron los efectos y las consecuencias económicas del crecimiento de la población en el denominado Tercer Mundo. En un estudio (Bloom, Sachs, Collier, y Udry, 1998) se incluyeron variables explicativas diversas como tasa de crecimiento de la población en edad de trabajar, tasa de crecimiento total, educación y tasa de ahorro, entre otras. Lo interesante

---

<sup>3</sup>Hugo, 1981; Taylor, 1986; Massey y García España, 1987; Massey, 1990a, 1990b; Gurak y Caces, 1992.

de sus conclusiones es que es posible (y necesario) distinguir por un lado el crecimiento de la población, y por otro, la fuerza de trabajo, obteniendo resultados radicalmente opuestos sobre la evolución económica. Esta situación se explica recurriendo en la actualidad a las transiciones demográficas que experimentan los Estados más desarrollados: la mejora sanitaria ha disminuido la mortalidad infantil y ha propiciado un aumento en la esperanza de vida cada vez mayor, lo que tiene como consecuencia que los picos de la pirámide demográfica, donde se sitúan las personas dependientes, aumente, lo que implica que en la primera fase de transición haya un efecto negativo en el crecimiento económico (en otras palabras, aunque hay demanda provocada por el crecimiento de población, no hay ahorro suficiente para que la oferta se incremente); en la fase posterior, por un lado, cae drásticamente la natalidad, y por otro, los nacidos durante la primera etapa ingresan en el mercado laboral, lo que influye directamente en una estimulación positiva tanto de la demanda como del ahorro. Por último, en la tercera fase esta población trabajadora envejece, y al persistir las bajas tasas de natalidad, el ahorro disminuye y el crecimiento se ve limitado. De este modo, la inmigración como fuerza laboral se convierte en un factor clave (Avendaño, 2017): cuando una economía experimenta un crecimiento necesita de un periodo mínimo de 16 años para que los individuos nacionales ingresen en el mercado laboral, mientras que la llegada de inmigrantes proporciona dicha fuerza laboral sin apenas costes de formación (conviene tener en cuenta que los inmigrantes habitan ser personas con deseo de realización en búsqueda de una mejora de sus condiciones, esto es, personas con formación o con trabajos poco remunerados).

Para la puesta en práctica y demostración empírica de las teorías existentes se han utilizado diferentes metodologías, diferenciándose principalmente en este trabajo dos apartados: por un lado, los informes procedentes de instituciones públicas, tanto internacionales como nacionales (que gozan de un carácter mayoritariamente descriptivo); y por otro, las investigaciones académicas (que recurren a la econometría para realizar sus análisis). A ello se dedica la siguiente sección.



## Capítulo 4

### Informes de instituciones

Desde las instituciones públicas y organismos internacionales de relevancia se dedican considerables recursos al estudio de los movimientos migratorios, situación que se explica, entre otras cosas, por la demanda que realiza la población civil de un desarrollo sostenible e inclusivo en todos los sectores, teniendo la inmigración un papel protagonista en la historia de la humanidad.

La nota característica de estos informes es que coinciden en su formulación, tanto en el uso de similares teorías, como en la metodología e, incluso, en las propias fuentes de datos, arrojando por tanto conclusiones similares.

#### 4.1. Fundamentos teóricos

Los enfoques teóricos que los estudios más recientes coinciden en utilizar se apoyan principalmente de los Tratados internacionales sobre protección a la comunidad migrante, doctrina especialmente creciente en las últimas décadas que parte, a grandes rasgos, de la siguiente premisa: la inmigración contribuye positivamente al desarrollo sociocultural, cívico-político y económico, tanto en los países de origen como de destino (Organización Internacional para las Migraciones, 2020).

Al respecto destaca la Organización de las Naciones Unidas (en adelante, ONU) como una de las piezas clave en el ámbito internacional: la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible reconoció por primera vez en el año 2015 la contribución positiva de la migración al desarrollo, implicando a los inmigrantes en 11 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de forma directa, sin olvidar su implicación de modo indirecto en los demás objetivos. En la misma línea se adoptó en 2016 la Declaración de Nueva York para los Re-

fugiados y los Migrantes<sup>1</sup> como paso previo al Pacto mundial para una migración segura, ordenada y regular (Serrano, 2019), aprobado finalmente en diciembre de 2018.

## 4.2. Metodología

La formulación y metodología de los informes más relevantes en la materia de los últimos años es muy similar, a salvo de ciertas controversias en cuanto a la definición de los conceptos o el momento temporal de recogida de los datos. A continuación se detallan los rasgos principales.

### Definición operativa

El término migrante y todos sus símiles relacionados han sido, y continúan siendo en la actualidad, objeto de controversia. Por ello, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU (en adelante, DAES) perfiló el concepto más utilizado de *migrante*<sup>2</sup> definiéndolo como "toda persona que cambia de país de residencia habitual", tanto a corto plazo -por periodos superiores a tres meses pero inferiores a un año-, como a largo plazo -por periodos superiores a un año- (United Nations Statistics Division, 1998). En consonancia, basan sus informes en personas que residen en un país pero nacieron en otro extranjero, o, en su defecto, y cuando lo anterior no sea posible, en la posesión de nacionalidad extranjera de los habitantes de un país (Landau y Achiume, 2017). De esta definición se recalca la inclusión de la denominada "inmigración ilegal o irregular", y excluye los viajes al exterior "con fines de ocio, vacaciones, visitas a parientes y amigos, negocios, tratamiento médico o peregrinación religiosa". Es importante esta apreciación porque, a pesar de las recomendaciones de Naciones Unidas, no todos los actores lo aplican.

### Fuentes de datos

La mayor parte de los organismos internacionales y nacionales comparten sus bases de datos y utilizan las mismas fuentes de acceso público, recurriendo por tanto a datos secundarios cuyos instrumentos de observación son, principalmente, los censos y registros administrativos de todos los países que participen (habitualmente, los países miembros de

---

<sup>1</sup>Naciones Unidas, 2020. Enlace web: <https://undocs.org/es/A/71/L.1>

<sup>2</sup>Estas definiciones parten de las recomendaciones dadas por Naciones Unidas en 1998 para mejorar y estandarizar los análisis estadísticos de los diferentes órganos implicados. Véase *Recommendations on statistics of international migration*, UN 1998.

la ONU). Se tiene intención de establecer una única metodología de recogida y tratamiento, pero por el momento, Naciones Unidas sólo ha propuesto recomendaciones que, por supuesto, no son obligatorias para ningún país.

De referencia internacional destaca el Portal de Datos Mundiales sobre la Migración<sup>3</sup>, institución que forma parte de la ONU y que se nutre fundamentalmente de los datos procedentes de los Institutos Nacionales de Estadística de todos los países miembros, los cuales, a su vez, recopilan los datos a través de los censos, registros civiles o fuentes administrativas. Naciones Unidas advierte reiteradamente de problemas relacionados con el uso de diferentes datos, entre los cuales resaltan las distintas definiciones que se aplican según el país (en este sentido, destaca frecuentemente el conflicto entre la clasificación del migrante según nacimiento o nacionalidad), distintos momentos temporales en la actualización de censos que provocan que su uso se quede desactualizado, o las dificultades adheridas a la contabilización de residentes con "situación legal incierta".

En España es el Instituto Nacional de Estadística el que recopila estos datos a partir del Padrón Continuo, analizando sus altas y bajas para conformar la Estadística de Variaciones Residenciales (EVR) y contabilizándose a aquellos inmigrantes que constaten una permanencia en España superior al año (descartan, por tanto, aquellos movimientos de tránsito, como los denominados trabajadores "temporeros", muy característicos en España por su posición geográfica). El hecho de que la base de partida sea el padrón, un registro voluntario aunque imprescindible para acceder a ciertos servicios, puede indicar subestimación de los datos. De hecho, según el Observatorio Permanente de la Inmigración a 30 de junio de 2018, 5,3 millones de extranjeros se encontraban registrados (con certificado de registro en caso de ciudadanos comunitarios o tarjeta de residencia en vigor en caso de los extracomunitarios) frente a los 4,7 millones de extranjeros efectivamente empadronados. Para esta afirmación, el Observatorio recurre a los datos que proporciona el Registro Central de Extranjeros, órgano gestionado por la Dirección General de la Policía, cuyos datos, como se puede comprobar, difieren de los señalados por el INE. Este desfase se debe a cuestiones como diferente objeto, metodología y periodo temporal: por ejemplo, se debe tener en cuenta que en los padrones, desde enero de 2006, no se contabilizan por el procedimiento de caducidad las inscripciones no renovadas cada dos años de extranjeros no comunitarios sin autorización de residencia permanente<sup>4</sup>, situación diferente al Registro Central de Extranjeros, en los que la autorización de residencia de larga duración se debe

---

<sup>3</sup>Enlace web: <https://migrationdataportal.org/es/themes/population-de-migrants-internationaux>

<sup>4</sup>Establecido por la modificación de la Ley 7/1985 Reguladora de las bases del régimen local, por la Ley Orgánica 14/2003, de 20 de noviembre. También existe desde el año 2009 procedimientos de comprobación periódica al efecto por parte de los Ayuntamientos.

renovar cada 5 años en caso de los extracomunitarios, no caducando para los ciudadanos comunitarios en la mayor parte de los casos<sup>5</sup>.

### **Técnica de análisis de datos**

El análisis de datos que estos informes utilizan principalmente procede de técnicas descriptivas: en ellos, recopilan y actualizan periódicamente la información relacionada con la inmigración mundial y su evolución en el tiempo, analizando sus cambios y relacionándolos con situaciones exógenas que puedan ser explicativas. De forma puntual, algunos estudios suman breves análisis procedentes de técnicas matemáticas y estadísticas para relacionar conceptos, como el que realizó la Oficina Económica del Presidente (España) en el año 2006 (Sebastián, 2006).

## **4.3. Resultados**

Las conclusiones a las que llegan la mayor parte de los informes de referencia incluyen diferentes ámbitos en los que describen la efectiva aportación de la inmigración, destacando su contribución social, cultural o económica, entre otras. Por la imposibilidad de dar cuenta de todos los resultados, a continuación se mencionan los datos más significativos que se entienden necesarios para el estudio propuesto.

La División de Estadística de la ONU (conocida por las siglas UNSTAT) recopila todos los datos en el Portal de Datos Mundiales y publica un anuario demográfico con los resultados<sup>6</sup>: en 2019 se cifran en 272 millones el número de personas que viven en un país distinto de aquel en donde nacieron (51 millones más que en 2010), lo equivalente al 3,5 % de la población mundial, siendo la India el país que registró el número más alto de migrantes residentes en el extranjero y Estados Unidos de América el primer país receptor.

La Organización Internacional de Migrantes (en adelante, OIM) publica desde el año 2000 informes completos sobre migraciones<sup>7</sup>, en los que constatan su premisa de partida: los flujos migratorios realizan contribuciones positivas socioculturales, cívico-políticas y económicas, tanto en los países de origen como en destino, constituyéndose como importantes agentes de cambio: por ejemplo, varios estudios demuestran que los migrantes que

---

<sup>5</sup>En este sentido, destaca el caso de Rumanía por su gran volumen de presencia en España según datos del Registro Central de Extranjeros, presencia que no se constata a través de los censos. Los nacidos en Marruecos, en cambio, sí arrojan resultados similares tanto en el Registro como en los padrones.

<sup>6</sup>El último informe disponible es: Yearbook, D. (2018). United Nations Statistics Division. Statistical Dissemination Section, New York.

<sup>7</sup>Su último informe publicado: (Organización Internacional para las Migraciones, 2020).



retornan tienen mayores probabilidades de crear empresas (Goldin y otros, 2018); que han sido siempre fuerza impulsora empresarial<sup>8</sup> (Benstein y otros, 2018); y que los inmigrantes de baja cualificación tienden a ocupar trabajos demandados de salario menor -el ejemplo más ilustrativo lo ocupan los empleados del hogar-. Por otro lado, el informe añade que Europa y Asia acogieron al mayor número de migrantes internacionales, pero, pese a ello, los efectos demográficos fueron considerablemente bajos en Europa (lo que se explica por su baja natalidad), en comparación con África, que experimentó el cambio más relevante.

Otro organismo de referencia es la Organización Internacional del Trabajo (en adelante, OIT): sus informes cifran en el año 2018 un total de 164 millones de trabajadores migrantes en el mundo -lo equivalente al 64 % de los migrantes internacionales a nivel mundial-, de los cuales el 87 % pertenecen al grupo de edad más productivo, de entre 25 y 64 años (Popova y Özel, 2018). También el Banco Mundial participa utilizando los *Indicadores del Desarrollo Mundial*, y proporciona los informes más relevantes sobre remesas internacionales registradas por cauces formales: las remesas siguen aumentando en el año 2018 después de la caída producida entre 2014 y 2016, siendo Estados Unidos el primer país emisor y la India y China los dos primeros países receptores. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) también actúa emitiendo informes sobre la materia, en los que afirman y cuantifican la mayor temporalidad laboral en inmigrantes, su mayor nivel de sobre-cualificación y su mayor tasa de desempleo en los 37 países de la OCDE.

La Unión Europea, a través de la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat), también ha mostrado un creciente interés en el estudio de migraciones en las últimas décadas, situación agudizada en los últimos acontecimientos por el desacuerdo entre los Estados miembros sobre las políticas a aplicar, decidiendo los países de Visegrado (Hungría, Polonia, República Checa y Eslovaquia) cerrar por completo sus fronteras. Señalan que el 2017 entraron en la UE 2,4 millones de inmigrantes: España se sitúa en el puesto número 9 en cantidad de población migrante, registrando datos de 11.4 por 1.000 habitantes, lo que equivale a más del doble de la media de los Estados miembros de la Unión (4.7 por 1.000 habitantes).

A nivel estatal destaca el Instituto Nacional de Estadística (en adelante, INE), organismo autónomo dependiente de la Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa, el cual publica periódicamente las denominadas Estadísticas de Migraciones (EM): durante el primer semestre de 2019 la población española aumentó en 163.226 habitantes, lo que equivale a un saldo migratorio positivo de 209.097 personas -compensando un saldo

---

<sup>8</sup>En Estados Unidos, aunque los migrantes constituyen el 13 % de la población, representan casi el 30 % de los emprendedores desde 1976.

vegetativo negativo<sup>9</sup> de 45.002 personas-<sup>10</sup>.

El Consejo Económico y Social (en adelante, CES), uno de los órganos consultivos del Gobierno adscrito al Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, es otra de las piezas clave en el ámbito nacional. Su informe del año 2019 titulado "La inmigración en España: efectos y oportunidades", aporta interesantes resultados en materia económica: la mayor parte de los inmigrantes en edad laboral cuentan con más años de residencia, y del conjunto de 3,6 millones de inmigrantes en España en el año 2018, 2,8 millones tenían empleo (dos rasgos potenciadores son su menor edad y creciente heterogeneidad particularmente explicado por la representación de las segundas generaciones). El grupo de inmigrantes mantiene una participación laboral más alta a lo largo de su vida, mientras que los españoles registran una participación algo mayor entre los 25 y 54 años pero mucho menor al inicio de la etapa laboral (16-24 años) y en sus últimos años (a partir de los 55). Existen brechas salariales importantes, concentrándose los inmigrantes en los deciles de salarios más bajos, y siendo las mujeres extranjeras de países extracomunitarios las que menos ganan, lo cual explica que la tasa de riesgo de pobreza o exclusión social de los extracomunitarios sea 2,5 veces la de los españoles nativos. Los inmigrantes registran mayores tasas de desempleo -explicado por la mayor temporalidad de sus contratos y traducido en más episodios de inactividad-, pero están menos presentes que los españoles en el nivel asistencial de protección no contributiva (régimen comúnmente conocido como de subsidio). Por otra parte, los inmigrantes se afilian en el régimen general de la Seguridad Social en menor porcentaje que los nativos (61,7 % en 2017 frente al 76,9 % que representaban los nacionales) por su mayor peso en el régimen agrario y del hogar. La inserción laboral de los trabajadores extranjeros se destinó en mayor medida a trabajos de baja cualificación y a segmentos no ocupados o abandonados por los nativos: los inmigrantes se concentran en mayor medida en los trabajos menos cualificados y peor remunerados, particularmente en sectores de construcción, hostelería, agricultura y servicio doméstico, situación que propició que los años de la crisis les afectasen en mayor medida registrando las tasas de paro más elevadas (35 % en 2013 frente al 25 % del total nacional).

El balance fiscal de la inmigración -esto es, saldo de lo que aportan a las arcas públicas menos lo que reciben en forma de prestaciones y servicios- es positivo a corto plazo<sup>11</sup>, e incierto a largo plazo: estima la Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIREF) que la entrada de extranjeros en edad laboral durante el periodo 2000-2008 compensó el

<sup>9</sup>El saldo vegetativo negativo se produce cuando el número de nacimientos es inferior al número de defunciones.

<sup>10</sup>Datos extraídos de la página web oficial del INE. Enlace web: <https://www.ine.es>

<sup>11</sup>Se analizan para estos resultados exclusivamente los flujos monetarios directos y cotizaciones sociales, excluyendo impuestos indirectos sobre consumo y gastos en especie como educación o sanidad.

envejecimiento de la población contribuyendo al equilibrio del sistema, sin que los resultados avalen sobre-representación de los inmigrantes en las ayudas sociales.

Por último, destaca especialmente el informe realizado por la Oficina Económica del Presidente, Inmigración y Economía española (año 2006), en el que, además de realizar un análisis descriptivo de la situación, estimaron la influencia de la inmigración en el crecimiento del PIB desagregándolo en tres factores -productividad del trabajo, tasa de empleo y factor demográfico-. Como conclusión, indican que «de los 2,63 millones de puestos de trabajo creados entre 2001 y 2005, 1,32 millones fueron ocupados por inmigrantes, lo que supone más de la mitad de los nuevos empleos», resultado que coincide con el informe publicado por La Caixa ese mismo año, concluyendo que durante el periodo 1996-2006 «la economía española creció una media del 2,6 % anual gracias a la contribución de los inmigrantes» (Caixa Catalunya, 2006), y especificando que, sin este aporte, la economía habría retrocedido un 0,6 % anual. El informe de Presidencia añade que el 48 % del superávit alcanzado por las finanzas públicas del año 2005 correspondía a la inmigración.

La Encuesta de Población Activa (EPA) arroja resultados similares en el posterior periodo 2005-2008: la economía española creó un total de 1.853.6 miles de empleos netos, de los cuales el 49,05 % corresponden a trabajadores españoles, y el restante 50,95 % a trabajadores extranjeros (EPA, 2008).

En definitiva, todos los informes mencionados constatan el considerable aumento que se registra de inmigrantes, en su mayor parte en edad laboral, destacando el crecimiento que experimentó España en los últimos años, y reafirmando la contribución positiva, al menos a corto plazo, que realizan los inmigrantes al factor demográfico, la creación de empleo y al crecimiento económico. Como se ha podido comprobar, estos informes apenas realizan análisis econométricos para medir el impacto económico, relación que sí se obtiene en los estudios académicos que se detallan a continuación.



## Capítulo 5

### Estudios académicos

A diferencia de los informes previos, caracterizados en su mayor parte por realizar una labor descriptiva de los datos existentes, los que se analizan a continuación tienen como objetivo relacionar el impacto económico de los inmigrantes al crecimiento económico español. Los estudios que se mencionan se han escogido por su mayor semejanza con el presente trabajo en cuanto a las variables en juego, pese a que difieran sustancialmente en su metodología<sup>1</sup>.

A continuación se explican brevemente las teorías de partida, la metodología utilizada y los resultados de las investigaciones.

#### 5.1. Fundamentos teóricos

De las numerosas formas que existen para realizar el análisis de la aportación de la inmigración a la economía, los estudios seleccionados lo hacen relacionando los efectos migratorios en el PIB per capita: a mayor población, mayor tasa de actividad y por tanto, mayor empleo y productividad, lo que implica un aumento del PIBpc. Otros trabajos modifican la variable endógena por el saldo público, para determinar la contribución de la inmigración al saldo de las arcas públicas.

A pesar de introducir en sus respectivos modelos variables semejantes, la metodología de las investigaciones cambia, como se comprueba en la siguiente sección.

---

<sup>1</sup>La información contenida en este apartado procede principalmente del informe (Matés, López, y Vila, 2019) en el que los autores tienen como objetivo identificar las discrepancias operacionales entre las investigaciones más significativas.

## 5.2. Metodología

La mayor parte de los trabajos analizados tienen como objetivo cuantificar los efectos de la inmigración al crecimiento del PIBpc en España, entre otros países, durante el periodo temporal que abarca desde el año 1995 al 2013. Cada autor según sus intereses elige dentro del citado periodo un tramo menor de tiempo con la intención de verificar los cambios producidos por la crisis económica. La fuente de datos más utilizada es Eurostat (y los procedentes de Migration Database de la OCDE para el periodo 1995-1997 por no disponer de ellos Eurostat), destacando por su reiteración los siguientes indicadores: PIB, población total, ocupados mayores de 15 años y población entre 15 y 64 años.

Para el análisis de los datos, las técnicas difieren. Por un lado, son numerosos los estudios que han optado por realizar un análisis matemático de la implicación de la inmigración en el PIBpc a través de la desagregación del mismo (y correspondiente ponderación) en tres factores asociados a la productividad del trabajo, tasa de empleo y proporción de personas en edad de trabajar en el conjunto de la población, descomponiendo a su vez los datos entre nativos y extranjeros (Matés<sup>2</sup>, Dolado, Fundación Ideas y Godenau, entre otros). Con alguna diferencia aparece el trabajo de Kangasniemi, que ha optado por desagregar el PIBpc en cuatro factores similares: edad, actividad, empleo y productividad, sin distinguir nativos y extranjeros, cuyo objeto de medición no es tanto el PIBpc sino el impacto de la inmigración en la productividad a nivel sectorial y para el conjunto de la economía española. Por tanto, lo que estos trabajos coinciden en realizar es, en primer lugar, obtener una expresión matemática en la que se incluyan, de forma desagregada, todos los factores que le resulten de interés, ponderando su valor, y en segundo lugar, hallar su resultado recurriendo a logaritmos neperianos.

Otros trabajos han aplicado los modelos económicos de oferta y demanda de Ghosh y Leontief (destacan Arce y Mahía 2014:155, Mahía et al., 2010:92). Por otro lado, Ferri, Gómez y Martín analizaron los efectos de la inmigración utilizando un modelo de equilibrio general aplicado (conocido por las siglas MEGA).

Los estudios que han relacionado la contribución positiva de la inmigración al saldo de la Administración estatal lo han realizado hallando la diferencia entre los ingresos y los gastos imputables a los inmigrantes (Aparicio, 2002), o las cotizaciones a la Seguridad Social que

---

<sup>2</sup>El trabajo de Matés et al especifica que el aporte de los nativos y extranjeros a cada uno de los factores depende de la proporción que exista entre ambos grupos: cuando en un periodo aumente la proporción de trabajadores extranjeros, aumentará más la contribución de la productividad de los extranjeros que de los nativos; cuando se incrementa la proporción de extranjeros entre 15 y 64 años, se incrementará más el aporte de la tasa de empleo de los extranjeros que de los nativos; si aumenta la proporción de población extranjera, aumentará más la contribución del factor demográfico de los extranjeros que de los nativos.

los inmigrantes realizan en comparación con los activos que consumen (Sebastián, 2006).

Como se observa, los estudios mencionados aplican en la mayoría de casos técnicas matemáticas y utilizan la misma base de datos (Eurostat), lo cual facilita la comparación de los resultados, que, como se comprobará, son sustancialmente opuestos entre sí.

### 5.3. Resultados

Los primeros cuatro trabajos mencionados utilizan como técnica matemática la desagregación del PIBpc en tres factores asociados, y a pesar de seguir una metodología similar, todos ellos arrojan resultados diferentes.

El estudio de Matés (Matés y cols., 2019) arroja como resultado que España es uno de los 15 Estados miembros de la Unión Europea que más ha incrementado su PIBpc, después de Irlanda y Grecia, durante el periodo 1995-2008, siendo el componente que más influyó el asociado a la productividad del trabajo de los nativos: durante este periodo, España aumentó su PIB un 138 % y los empleados nativos aumentaron en un 42 %. El factor tasa de empleo de los nativos, añaden, también ha sido importante en España (0,383), resultado que se explica por el aumento de trabajadores nativos, acompañado de un leve incremento (3 %) de la población en edad activa. El resto de factores apenas han contribuido al crecimiento del PIBpc: en los países en los que más ha crecido el PIB, los trabajadores extranjeros han aumentado considerablemente, de forma que el aporte de la productividad del trabajo de los extranjeros fue casi nula. Por otro lado, los trabajadores extranjeros, la población entre 15 y 64 años extranjera y la población extranjera total aumentaron a ritmos similares, «anulando así el efecto del factor tasa de empleo extranjero y del factor demográfico extranjero en el crecimiento del PIBpc». A partir de la crisis financiera (año 2008), el crecimiento del PIBpc se situó en valores próximos a cero en todos los países analizados, siendo los mejores resultados los de Suecia y Luxemburgo, resultado producido por la productividad del trabajo de los nativos. Finalizan el informe indicando que efectivamente los trabajadores extranjeros han contribuido positivamente a las economías, pero esa «contribución estimada es más modesta que otras anteriormente publicadas».

Dolado arroja resultados radicalmente opuestos (aunque coincide el valor de crecimiento del PIBpc), afirmando que «durante el período 1996-2005 el factor tasa de empleo de los extranjeros contribuyó un 40 % al crecimiento del PIBpc y el factor demográfico de los extranjeros un 35 %» (Dolado, 2008:16).

La Fundación Ideas concluye su informe indicando que «durante el período de crecimiento 2000-2007 el factor que más contribuyó al aumento del PIBpc fue la productividad

del trabajo de los nativos, mientras que esta fue negativa para los extranjeros. Según este estudio, los inmigrantes disminuyen la productividad total de los factores debido a su menor experiencia, las barreras lingüísticas, los procesos de adaptación a las instituciones laborales, la concentración en sectores en los que los trabajadores inmigrantes están "sobre-educados", y la concentración del empleo en sectores económicos de baja productividad, bajo valor añadido, escasa innovación y alta temporalidad. Casi con el mismo aporte que la productividad del trabajo de los nativos aparece la tasa de empleo de los extranjeros, situándose la tasa de empleo de los nativos en valores positivos pero próximos a cero. De acuerdo con este informe, la contribución positiva de los inmigrantes al crecimiento de la tasa de empleo se debe a que estos tienen una participación laboral superior que los nativos y, además, a que su peso aumentó durante el período considerado. Por último, el factor demográfico tuvo una reducida contribución, aunque se señala que esta fue positiva gracias al aporte de la población extranjera que compensó el valor negativo de los nativos» (Fundación Ideas, 2011:59-61).

En otro informe, Godenau indica que «la tasa de empleo de los nativos fue el principal factor de crecimiento en los dos primeros períodos, aunque más en 1996-2000, por la incorporación de la mujer al mercado laboral. Los otros factores tuvieron una reducida influencia. De hecho, la productividad del trabajo estuvo en valores próximos a cero, aunque se destaca que fue positiva para los nativos y negativa para los extranjeros, debido a la participación de la inmigración en determinados segmentos de empleo de baja productividad. Además, el factor demográfico provocó un impacto muy reducido, pero, al igual que en las investigaciones anteriores, se indica que la inmigración compensó la incidencia negativa de la demografía de los nativos. En el período 2007-2010, afectado por la crisis financiera que se inicia en el año 2008, cambian radicalmente los resultados, siendo la productividad del trabajo de los nativos el único factor que influyó positivamente en el crecimiento económico, aunque sin compensar el valor negativo de la tasa de empleo nativa» (Godenau, 2012:5-7).

Con similar metodología, aunque sin desagregar los datos según nativos o extranjeros, Kangasniemi, Mas, Robinson y Serrano (2009) concluyen que durante los años señalados el crecimiento del PIB español «se debió casi que exclusivamente a la contribución positiva de los factores empleo y actividad, siendo el aporte del factor productividad negativo».

Las investigaciones que han utilizado los modelos económicos de oferta y demanda de Ghosh y Leontief coinciden en sus resultados: Arce y Mahía concluyen que el aporte de la fuerza de trabajo extranjera fue del 7,1 % del PIB en el año 2005 y del 10,5 % en 2008 (Arce y Mahía 2014:155). Por otro lado, el análisis realizado por Mahía, Thielemann y Arce



estimó que en el año 2009 la contribución de los trabajadores extranjeros en el incremento del PIB fue del 13,2 % (Mahía et al., 2010:92), añadiendo que a esta contribución debería de agregarse los beneficios adicionales derivados del «efecto de reacción en cadena» en el sistema de producción en general: afirman que «si la tasa de crecimiento se hubiera mantenido igual y los inmigrantes no se hubieran incorporado al mercado laboral español, la economía española habría creado 1,5 millones puestos de trabajo menos para los nativos; es decir, por cada dos puestos de trabajo ocupados por inmigrantes se creó un puesto de trabajo para un nativo».

En cuanto a Ferri, Gómez y Martín (Ferri et al., 2007), utilizando el modelo de equilibrio MEGA, concluyen que tanto la inmigración regular como la irregular han tenido un efecto positivo sobre el PIB y el empleo.

En definitiva, el trabajo de Matés concluye que los inmigrantes apenas contribuyeron al aumento del PIBpc, siendo la productividad del trabajo de los nativos el factor que más ha influido a su crecimiento durante el periodo 1995-2008; Dolado indica que durante el periodo 1996-2005 la tasa de empleo de los extranjeros fue el factor que más contribuyó al crecimiento del PIBpc; la Fundación Ideas concluye que durante el periodo 2000-2007 el factor más significativo para el PIBpc fue la productividad del trabajo de los nativos, seguido de la tasa de empleo de los extranjeros; y por último, Godenau indica que la tasa de empleo de los nativos fue el principal factor de crecimiento durante el periodo 2000-2007. Es decir, a pesar de que todos parten de un valor del crecimiento del PIBpc similar, Matés y la Fundación Ideas señalan que la productividad del trabajo de los nativos fue el primer factor determinante, Dolado indica que ha sido la tasa de empleo extranjera y Godenau defiende que ha sido la tasa de empleo de los nativos. Por otro lado, para la Fundación Ideas la tasa de ocupación extranjera y el factor demográfico extranjero han tenido un impacto relevante, mientras que Godenau indica que apenas ha tenido influencia. Por las discrepancias señaladas, Matés recalca la importancia de expresar el PIB en unidades de medida adecuadas, para evitar «funciones exponenciales de base productividad del trabajo con rigidez exagerada en algún tramo de la curva, que provocarían infravaloraciones o sobrevaloraciones».

Resultados diferentes arrojan los informes que utilizan metodología distinta de la anterior, coincidiendo en afirmar la relación positiva que existe entre la inmigración y el crecimiento del PIB. Por tanto, se concluye de este apartado que existen discrepancias sustanciales entre los resultados de los referidos trabajos, a pesar de utilizar los cuatro primeros una metodología similar, dificultando un consenso académico sobre la aportación o no aportación de la inmigración al crecimiento económico de España.



## **Parte III**

# **Metodología y diseño de investigación**



# Capítulo 6

## Establecimiento del modelo

En esta parte del trabajo se analiza pormenorizadamente todos los pasos que se han seguido para realizar el análisis econométrico necesario para alcanzar las conclusiones finales. Para ello, se especifica en primer lugar la relación teórica de partida, detallando las variables que participan y su posición dentro de la teoría, continuando con su conceptualización y operacionalización de las mismas, el establecimiento de las hipótesis e implicaciones de los indicadores escogidos para las variables y, para finalizar, estableciendo las decisiones que corresponden sobre el diseño de investigación.

### 6.1. Teoría

La teoría que mantiene este trabajo señala que la inmigración tiene efectos positivos en la economía española, síntoma que se manifiesta de diferentes maneras pero que, para demostrarlo de forma accesible, se establece principalmente en la siguiente relación focal:

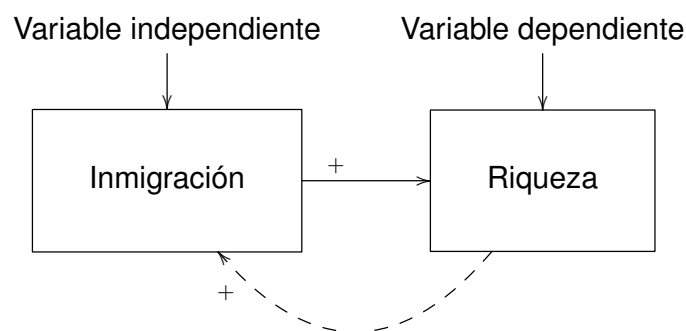


Figura 6.1: Teoría

Lo que se propone es que la variable exógena inmigración tiene efecto directo y positivo sobre la variable endógena nivel de riqueza; pero a su vez, la variable riqueza también tiene efecto directo y positivo sobre la variable inmigración.

A la relación anterior se añaden tres nuevas variables intervinientes, escogidas para enriquecer el modelo y dar continuidad a parte de las investigaciones precedentes en la materia y analizadas anteriormente en la revisión bibliográfica. De este modo, se incluyen: demografía, empleo y productividad laboral.

Así, esta teoría parte de la premisa de que los inmigrantes influyen positivamente en diferentes factores como demografía -por aumentar el volumen de la población-, empleo -aumentando la población laboral- y productividad -formando parte de los recursos que producen bienes y servicios-, lo cual, en su conjunto, repercute de forma directa en el nivel de riqueza del conjunto del país. Pero a su vez, este crecimiento también provoca aumento positivo en la variable inmigrantes, además de en el resto de factores mencionados (demografía, empleo y productividad). De este modo, se establece una relación multidireccional entre las variables, esto es, todas las variables tienen incidencia directa y positiva entre ellas a lo largo del tiempo, constituyéndose el *tiempo* como una variable determinista en el establecimiento de relaciones.

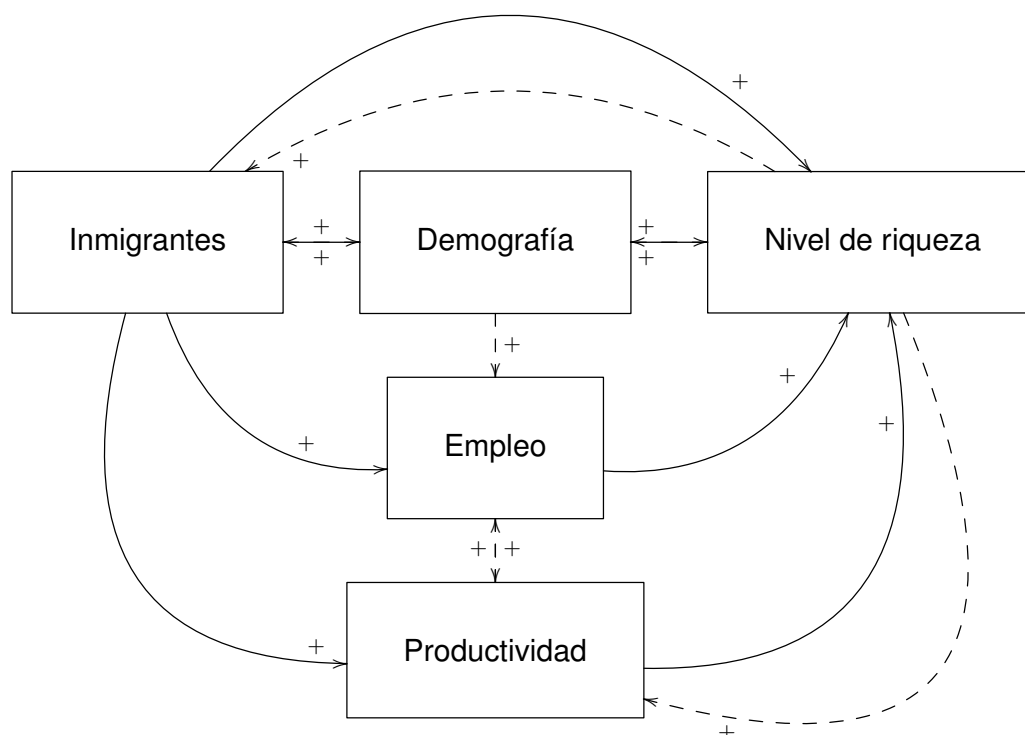


Figura 6.2: Teoría ampliada

Nótese que en esta relación ya no se pueden determinar con claridad cuáles son las variables exógenas y endógenas, pues el objetivo del análisis es precisamente ese: no vincular previamente el comportamiento y la condición de ninguna de las variables. Lo que se pretende es verificar si efectivamente entre ellas existe grado de relación.

Conviene, no obstante, verificar si la teoría cumple con los requisitos esenciales:

Característica	Cumple
Contrastabilidad (falsabilidad)	SI
Satisfactoriedad	SI
Parsimoniedad	SI
Poder explicativo	SI
Estructura clara	SI
Riqueza prescriptiva	SI

Cuadro 6.1: Condiciones de la teoría

A continuación, se analizarán las variables individualmente, así como la operacionalización a la que se les somete para proceder al análisis.

## 6.2. Conceptualización y operacionalización

Esta sección está dedicada a la preparación de las variables para su posterior análisis. Eso incluye determinar correctamente los conceptos de partida que se incluyen en la teoría, las dimensiones que se toman en consideración para el análisis, y la determinación de los indicadores que forman la base de datos final. El proceso de operacionalización, por tanto, consiste en transformar los conceptos previos en variables que puedan ser manejadas por cualquier investigador.

En la siguiente tabla se presentan las cinco implicaciones principales del modelo, sus dimensiones y los indicadores.

Concepto	Dimensiones	Indicadores
Inmigración	Nacionalidad País de nacimiento	Extranjeros residentes
Nivel de riqueza	Dimensión económica	Producto Interior Bruto
Demografía	Población total Población en edad laboral	Factor demográfico
Empleo	Población ocupada Población en edad laboral	Tasa de empleo
Productividad	Producto Interior Bruto Población ocupada	Tasa de productividad

Cuadro 6.2: Resumen variables

A continuación, se detalla el análisis individual de cada una de las variables del modelo.

### 6.2.1. Concepto 1: Inmigración

#### Definición

Al margen de la problemática existente en torno al concepto de inmigración -y términos afines-, plasmado en la revisión bibliográfica de este trabajo, conviene reflexionar sobre dos cuestiones esenciales: por un lado, la nacionalidad (*ius sanguinis*), y por otro, el país de nacimiento (*ius soli*), dos términos muy discutidos en la actualidad por la doctrina, ya que, en función del país, se aplican diferentes criterios para la adquisición de la nacionalidad.

#### Dimensión 1: Nacionalidad

La definición aplicada que ofrece el Ministerio de Justicia indica que «nacionalidad es el vínculo jurídico que une a la persona con el Estado y tiene la doble vertiente de ser un derecho fundamental y constituir el estatuto jurídico de las personas. Por esta relación, el individuo disfruta de unos derechos que puede exigir a la organización estatal a la que pertenece y ésta, como contrapartida, puede imponerle el cumplimiento de una serie de obligaciones y deberes». También, en referencia a la nacionalidad, señala el artículo 11 de la Constitución que la nacionalidad española se adquiere, se conserva y se pierde de acuerdo con lo establecido por la ley. Según la normativa actual, la nacionalidad española se adquiere en la mayor parte de los casos por origen: nacidos de madre o padre español, nacidos de apátridas y menores de padres desconocidos cuyo primer lugar de residencia conocido sea España. Por otra parte, los extranjeros pueden optar a obtener la nacionali-



dad acreditando residencia de forma legal y continuada durante 10 años, con excepciones para ciertos regímenes en las que se exige menos tiempo.

## Dimensión 2: País de nacimiento

Como se ha podido comprobar, en España rige el criterio de nacionalidad *ius sanguinis*, por tanto, los nacidos en España de padres extranjeros no adquieren necesariamente la nacionalidad española, sino que adquirirán la que ostenten sus progenitores (a no ser que la legislación de dicho país no la otorgue, en cuyo caso sí la adquirirán análogamente con los apátridas). En estos casos, los menores (entiéndase, como es lógico, sus tutores legales) deberán esperar un año para poder solicitarla mediante la adquisición por residencia.

## Indicador 1: Extranjeros residentes en España

Siguiendo el criterio de adquisición preferente por nacionalidad, y no por país de nacimiento, para el presente trabajo se ha optado por mantener el mismo criterio al seleccionar los casos para el análisis. Para ello, se han extraído dos series de datos: la primera hace referencia a todas las personas residentes<sup>1</sup> en España; la segunda corresponde a los residentes en España que poseen nacionalidad española. Con ellas, se ha calculado su diferencia y se ha creado una nueva serie de datos en la que estarían agregadas todas aquellas personas residentes en España cuya nacionalidad no es la española. De este modo, se estima que la pérdida de información es menor, asegurando que en ella se incluya a todos aquellos apátridas, refugiados o personas que ostenten doble nacionalidad. En este caso, no se contabilizan personas cuya situación jurídica pueda ser irregular.

Ficha técnica extranjeros residentes en España	
Nivel de medición	Razón
Tipo de datos	Secundarios
Fuente	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instrumento de observación	Censos públicos y padrones municipales
Unidad de medida	Millones (personas)

Cuadro 6.3: Ficha técnica extranjeros residentes en España

<sup>1</sup>La definición del concepto residente se establece en la sección dedicada al concepto de demografía.

## 6.2.2. Concepto 2: Nivel de riqueza

### Definición

El nivel de riqueza se constituye como la suma de todos los activos que tiene una población cierta -en este caso, un país-, en un periodo temporal determinado.

### Dimensión 1: Económica

La dimensión económica hace referencia a la riqueza que tiene un país en un determinado momento temporal exclusivamente en términos económicos, excluyendo por tanto otros factores como pueden ser la riqueza cultural o social. El crecimiento económico implica mayor riqueza al provocar un aumento de activos.

### Indicador 1: Producto interior bruto per cápita

El Producto Interior Bruto (en adelante, PIB) es un indicador económico cuyo resultado implica «el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en el interior de un país durante un periodo de tiempo determinado». Existen tres formas de calcularlo (a través del gasto, del valor añadido o de la renta), pero el resultado de todas ellas debe ser en todo caso coincidente. A su vez, el PIB puede ser hallado de forma nominal o real: el primer método hace referencia a los precios de mercado corrientes, mientras que el PIB real calcula a precios constantes. La serie de datos escogida en este trabajo calcula el PIB nominal, por tanto, utiliza precios corrientes para una mejor comparación de los datos.

Interesa especialmente para su comparación el PIB per cápita (en adelante, PIBpc), esto es, el PIB resultante en un momento determinado dividido por el número de habitantes que constan en ese mismo momento. Lo interesante de este dato es que permite, no solo analizar el crecimiento real del PIB -algo que se puede deber, en gran parte, al propio crecimiento bruto de la población-, si no que, al tener este factor en cuenta, permite su comparación sin que el mismo esté afectado por el flujo demográfico. Por ello, para este trabajo, se ha dividido el PIBpc por el número total de residentes en España en cada uno de los momentos temporales de la serie.

Ficha técnica producto interior bruto	
Nivel de medición	Razón
Tipo de datos	Secundarios
Fuente	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instrumento de observación	Censos públicos y padrones municipales
Unidad de medida	Tasa (millones de euros / millones de personas)

Cuadro 6.4: Ficha técnica producto interior bruto

### 6.2.3. Concepto 3: Demografía

#### Definición

Naciones Unidas define la demografía como «una ciencia que tiene como finalidad el estudio de la población humana y que se ocupa de su dimensión, estructura, evolución y caracteres generales considerados fundamentalmente desde un punto de vista cuantitativo».

#### Dimensión 1: Población total

La población total en España hace referencia al número total de residentes en un momento determinado. A su vez, residente implica a toda persona física que en el momento censal tiene su residencia habitual en España, a lo que el Instituto Nacional de Estadística añade que, para su inclusión en dicha categoría, deben de haber residido durante un periodo de al menos doce meses, o, de no alcanzar dicho tiempo, tener intención de permanecer en ella al menos un año. Por tanto, quedan excluidas de esta definición aquellos transeúntes ocasionales, viajeros o personas de intercambio estudiantil o laboral de corta duración y, en todo caso, personas cuya situación jurídica no esté regularizada.

No obstante, conviene mencionar que en España, las entidades locales, que son las que se encargan de gestionar los padrones municipales, no tienen competencias para controlar la situación de legalidad o ilegalidad de ninguna persona, por lo que, con presentar pasaporte y justificación de vivienda en dicha localidad, todo aquel que lo interese quedaría registrado (y tendría, de hecho, obligación de renovar su padrón a los dos años si no tiene permiso de residencia permanente, caducando su acta censal en dicho plazo). Pese a ello, y por el bajo número de extranjeros censados (aunque sea requisito necesario para acceder a determinados servicios públicos, como por ejemplo, la asistencia sanitaria), se entiende que, o bien no conocen la información, no tienen interés, o las entidades locales traban su actuación con ciertas dificultades.

## Dimensión 2: Población en edad laboral

La población en edad laboral, como su propio nombre indica, se compone de la suma de todas las personas en edad de trabajar que existen en un determinado periodo temporal y espacio, tanto si están efectivamente trabajando, como buscando trabajo, estudiando, cobrando prestación de desempleo o en otras ocupaciones no vinculantes en términos laborales, sean o no retributivas. En España, siguiendo la clasificación que ofrece el INE, la población en edad laboral recoge a todas las personas de entre 16 y 64 años. Conviene no confundir este término con población activa: bajo esta última definición no se incluyen estudiantes ni personas que no estén en búsqueda activa de empleo.

### Indicador 1: Factor demográfico

En este estudio, factor demográfico hace referencia exclusivamente a la masa de población en edad laboral que existe sobre el total de población en España. Por tanto, esta tasa se obtiene de la división de dos series: por un lado, población en edad de trabajar, y por otro, población residente total en España.

Ficha técnica factor demográfico	
Nivel de medición	Razón
Tipo de datos	Secundarios
Fuente	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instrumento de observación	Censos públicos y padrones municipales
Unidad de medida	Tasa (millones de personas / millones de personas)

Cuadro 6.5: Ficha técnica factor demográfico

## 6.2.4. Concepto 4: Empleo

### Definición

Bajo el concepto de empleo se recogen las actividades que realizan las personas, ya sea por cuenta propia o cuenta ajena, conducentes a la producción de bienes y servicios a cambio de una retribución previamente determinada.

### Dimensión 1: Población ocupada

Para la Encuesta de Población Activa (EPA), cuya definición es la que interesa por ser la que acoge el INE, la población ocupada se define como «personas de 16 o más años

que durante la semana de referencia han estado trabajando durante al menos una hora a cambio de una retribución en dinero o especie o quienes teniendo trabajo han estado temporalmente ausentes del mismo por enfermedad, vacaciones, etcétera». Comúnmente, a su vez se subdividen en «trabajadores por cuenta propia (empleadores, empresarios sin asalariados y trabajadores independientes) y asalariados (públicos o privados)». En función de su jornada, también se clasifican en «ocupados a tiempo completo (con una jornada habitual semanal superior a 30 horas) y a tiempo parcial (con una jornada habitual semanal inferior a 35 horas)».

### Dimensión 2: Población en edad laboral

Como ya se ha visto, esta categoría hace referencia en este trabajo a la suma de todas las personas entre 16 y 64 años en España.

#### Indicador 1: Tasa de empleo

La tasa de empleo se conoce como el volumen de participación de la población en el total de la producción (entiéndase en este caso, en el empleo). Se calcula dividiendo el número total de ocupados entre la población en edad de trabajar.

Ficha técnica tasa de empleo	
Nivel de medición	Razón
Tipo de datos	Secundarios
Fuente	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instrumento de observación	Encuesta de población activa (EPA)
Unidad de medida	Tasa (millones de personas / millones de personas)

Cuadro 6.6: Ficha técnica tasa de empleo

### 6.2.5. Concepto 5: Productividad

#### Definición

El concepto de productividad se encarga de medir la eficiencia de la producción por cada factor o recurso utilizado para tal fin, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando los mínimos recursos posibles. En materia económica, se utiliza para calcular cuántos bienes y servicios se producen por cada factor utilizado durante un periodo de tiempo determinado.

### Dimensión 1: Producto Interior Bruto

El PIB es el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en un tiempo y espacio determinado.

### Dimensión 2: Población ocupada

De nuevo, población ocupada hace referencia al número total de personas que están activamente trabajando, esto es, realizando un trabajo laboral a cambio de una retribución.

### Indicador 1: Tasa de productividad

Para el caso que aquí se ocupa, la tasa de productividad resulta de dividir el PIB entre el número total de ocupados. De este modo, se conoce cuánto PIB se obtiene por cada trabajador, o, dicho de otro modo, se conoce cuál es el coste de trabajadores por cada unidad de PIB que se produce.

Ficha técnica tasa de productividad	
Nivel de medición	Razón
Tipo de datos	Secundarios
Fuente	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instrumento de observación	Censos públicos y padrones municipales
Unidad de medida	Tasa (millones de euros / millones de personas)

Cuadro 6.7: Ficha técnica tasa de productividad

Realizados todos los pasos anteriores, se configura la base de datos con las cinco variables indicadas, que serán el objeto del análisis estadístico posterior. No obstante, antes de llegar a ese punto, conviene especificar la codificación establecida de las variables y las hipótesis e implicaciones que se esperan del modelo.

## 6.3. Codificación de variables

A continuación se indica el nombre otorgado a cada uno de los indicadores:

- Variable 1: Total inmigrantes en España -> mig\_total
- Variable 2: PIBpc -> pib\_pca

- Variable 3: Factor demográfico -> factor\_demografico
- Variable 4: Tasa de empleo -> tasa\_empleo
- Variable 5: Tasa de productividad -> productividad

## 6.4. Hipótesis o implicaciones observacionales

En esta sección se pretende establecer de qué forma se pretende que los cinco indicadores propuestos interaccionen entre sí. Dando continuidad a lo establecido en la teoría, las gráfica de hipótesis se presenta muy similar:

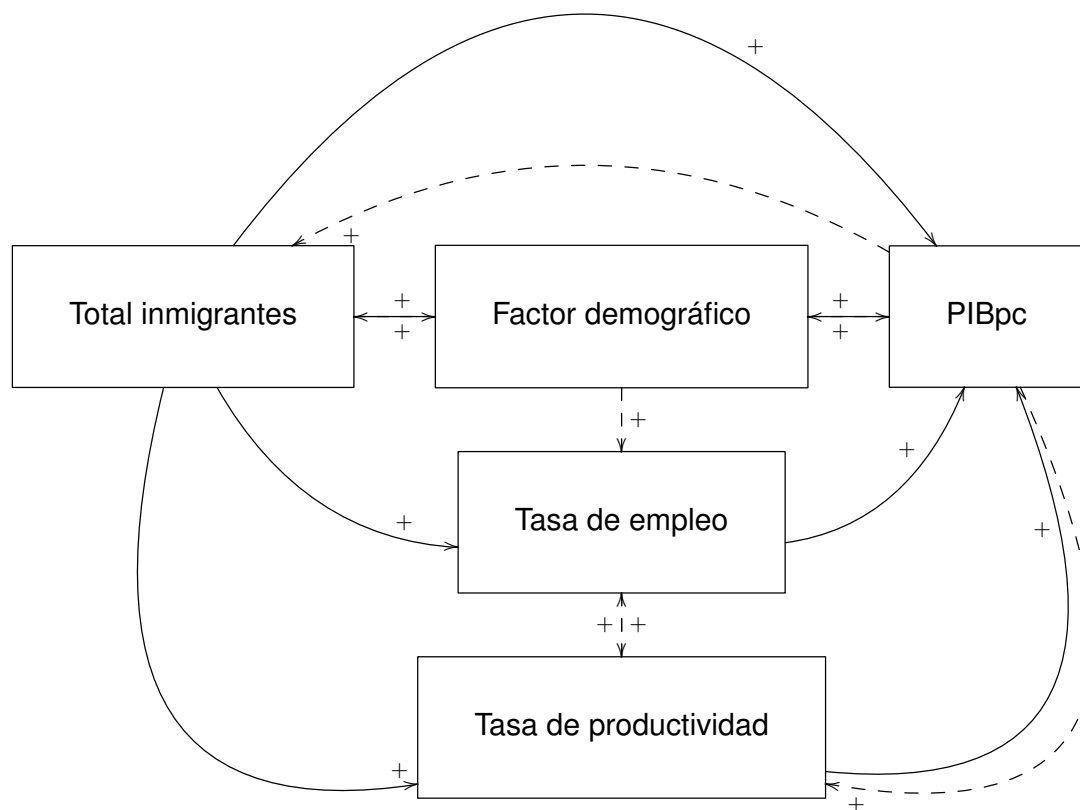


Figura 6.3: Hipótesis

A continuación, se especifican las implicaciones propuestas en la gráfica de hipótesis, detallando las relaciones que se esperan entre ellas:

- A mayor número del total de inmigrantes, mayor PIBpc se registra. Y a mayor PIBpc registrado, mayor será el volumen de inmigrantes que residen en España.

- La entrada de los inmigrantes provoca mayor número de extranjeros residentes en España, lo cual implica mayor factor demográfico.
- El aumento del factor demográfico, a su vez, influye positivamente sobre el PIBpc.
- El aumento del factor demográfico también influye positivamente sobre el aumento de inmigrantes. Esto es así porque, siguiendo la teoría en red, el primer extranjero que se instala en un nuevo país tiene un coste muchísimo más alto que los siguientes, y estos, a su vez, de los siguientes que se instalen en ese mismo país. En otras palabras, el primero se encarga de «conocer y abrir camino» -cuyo coste es más elevado-, mientras que los siguientes que llegan, en la mayor parte amigos, amigos de amigos o familiares, ya tienen parte del camino allanado -cuyo coste es menor-.
- Por otra parte, el aumento del factor demográfico también deriva en un aumento del factor empleo -aumentan las demandas de productos y servicios-.
- El aumento de la tasa de empleo implica aumento del PIBpc.
- También la tasa de empleo implica un aumento del número de ocupados, y esto influye directamente en el aumento de la tasa de productividad.
- A su vez, el total de inmigrantes también influye positivamente sobre la tasa de productividad aumentando la tasa de ocupación.
- La tasa de productividad depende directamente del PIBpc, y el PIBpc depende directamente de la tasa de productividad. A medida que aumenta una, aumenta necesariamente la otra.
- Por último, la tasa de productividad también depende directamente de la tasa de empleo, y esta a su vez, depende directamente de la tasa de productividad, ambas conectadas a través de la tasa de población ocupada.

En definitiva, y como se viene indicando, las variables interaccionan todas ellas entre sí de forma bidireccional simétrica, directa y positiva, esto significa que un aumento en una de las variables produce aumento en las otras, así como una reducción de una se traduce en reducción en otras. Por tanto, resulta imprescindible atender a su comportamiento en el tiempo para poder determinar efectivamente su relación. Esto implica introducir en el modelo la dinámica temporal, calculando los efectos autorregresivos y de regazo de cada variable.

Antes de poder llegar a este punto, precisa ser determinado correctamente el diseño de la investigación.



# Capítulo 7

## Diseño de la investigación

Este apartado tiene por objetivo establecer todas las decisiones finales relativas al diseño de la investigación, como paso previo y último al análisis econométrico. Analizado el marco teórico del trabajo y la operacionalización de las variables, conviene determinar el periodo temporal que se analiza, la técnica de recogida de datos, el método de investigación propuesto, y, por último, la estrategia que se sigue durante el análisis.

### 7.1. Periodo a analizar

El periodo temporal escogido para el presente trabajo ocupa todos los trimestres desde el año 2008 al 2019 (48 muestras en total por serie temporal). La razón de que sean datos trimestrales reside en la intención de ampliar lo máximo posible la muestra y el número de observaciones, con la intención de que los estadísticos que se utilicen en el análisis tengan los grados de libertad suficientes para conducir a resultados concretos. Por otra parte, el rango temporal ha sido decidido de este modo por la disponibilidad de los datos.

Así, teniendo en cuenta la crisis económica de 2008, se podrá verificar el comportamiento de las variables en la propia crisis, y cómo estas han ido, previsiblemente, remontando sus valores poco a poco repercutiendo en el conjunto de variables planteadas en el modelo.

### 7.2. Técnicas de recogida de datos

Todos los datos que se han utilizado en este trabajo son cuantitativos, de nivel de medición razón, y secundarios, procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE) el cual

los recopila de los censos públicos, padrones municipales, y de la Encuesta de Población Activa (EPA). A partir de ellos, tal y como se ha indicado en la operacionalización, se ha elaborado la base de datos final.

### 7.3. Método de investigación

Como se ha podido concluir a lo largo del trabajo, el método que se utiliza es el cuantitativo descriptivo-analítico, procedimiento basado en números para analizar y comprobar datos e información concreta, que a su vez está basado en una investigación empírico-analista, buscando las causas y efectos que puedan tener las variables en el modelo propuesto. La denominación de descriptivo hace referencia a que, antes de proceder al análisis, es necesario acudir a la bibliografía existente (instrumento de investigación principal en este trabajo del cual se ha deducido el modelo principal) a través de técnicas documentales para descubrir factores, características u otros rasgos determinantes en el tema que aquí se trata. Por otra parte, también se constituye como una investigación analítica porque se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación a través de las hipótesis que se han establecido a partir de las variables.

Para ello, se recurre al método estadístico, el cual utiliza técnicas matemáticas para descubrir relaciones entre las variables, controlando el efecto de la variable constante y los posibles errores asociados.

La técnica escogida es la regresión, a través de los modelos vectoriales autoregresivos (VAR, por sus siglas en inglés). Este modelo está formado por un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restringir, lo que implica que los valores de las variables no aparecen en ningún caso como explicativos, y que el conjunto de variables está constituido por un número de retardos de cada una de las variables. En otras palabras, el modelo no posee variables exógenas y endógenas predeterminadas, sino que analiza los efectos de cada una de las variables sobre las restantes, de forma que una variable exógena puede influir sobre una de las ecuaciones pero no sobre las otras. La decisión de utilizar esta técnica radica en que en nuestro modelo no existe evidencia de simultaneidad entre las variables, transmitiéndose sus relaciones a través de números de periodos, y el regresivo VAR puede dar respuesta a esta situación. A diferencia de otros modelos uniecuacionales, que utilizan una sola ecuación para explicar el comportamiento de una variable o serie temporal en un momento temporal determinado, el modelo VAR utiliza sistema de ecuaciones, en los que cada variable está representada con una ecuación del conjunto del sistema, por tanto, existirán tantas ecuaciones como variables en el modelo (en este caso, cinco). De este

modo, el comportamiento de cada variable es explicado por su propio pasado y por las restantes variables que se incluyan en el modelo, y el objetivo que pretende es analizar a corto plazo sus interacciones, verificando, incluso, cómo un shock inesperado en una variable (o conducta que no siga originalmente el patrón predeterminado por la propia serie temporal) afecta a las restantes variables del modelo (análisis impulso-respuesta). Estas condiciones hacen del VAR un modelo con alto atractivo para realizar predicciones futuras.

No obstante, para poder realizar el análisis VAR propuesto, es necesario seguir una serie de pasos a través de los cuales se preparen las variables correctamente, pues es imprescindible para que el análisis sea válido que las variables sean estacionarias, lo que implica, en términos simplificados, que todas las series temporales de cada una de las variables posean media y varianza constante, algo que en la praxis, al utilizar series de datos temporales y econométricas, resulta difícil de conseguir. En este escenario, resulta necesario modificar, con el respectivo cuidado debido, el comportamiento de las variables, ya que, en caso de no hacerlo, se obtendrían resultados espúreos.

Ante la imposibilidad de conocer de antemano cuál será el resultado del análisis principal propuesto, resulta de interés aumentar este trabajo con otro modelo regresivo más sencillo, como lo es el ARDL (*autorregressive distributed lag model*), en el que, como es más habitual, el modelo califica a las variables como endógenas y exógenas y lleva a cabo un análisis de relación entre ellas a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, recurriendo a ciertas correcciones si las variables lo requieren. Para ello, es necesario reformular el modelo propuesto especificando las variables independientes y dependiente.

Para mayor facilidad, se establece en el apartado siguiente la secuencia de pasos lógicos que se seguirán durante todo el procedimiento estadístico, análisis que se realiza en el siguiente capítulo.

## 7.4. Estrategia del trabajo

La planificación estratégica que se ha diseñado, teniendo en cuenta la condición de los datos, de las hipótesis y de los objetivos planteados, es la que sigue:

1. En primer lugar, introducida la base de datos en el programa estadístico, resulta conveniente realizar un análisis de las variables, tanto de distribución (media, mediana y moda), dispersión (varianza, desviación típica), curtosis y asimetría. Con ello se consiguen dos objetivos: por un lado, verificar que los datos han sido introducidos

correctamente en el programa, verificando, entre otros, el número de observaciones por variable, y por otro, proporciona la información básica de cada variable.

2. A continuación, tal y como se ha anticipado en la sección anterior, es imprescindible comprobar si las series de cada variable son estacionarias [ $I(0)$ ], *trend stationary* o no estacionarias [ $I(1)$ ]. Las características básicas que deben cumplir para que sean estacionarias son media y varianza constante. El escenario ideal sería que todas las series fueran estacionarias; en caso de que esto no se cumpla, las variables requieren de correcciones para poder ser utilizadas. Para conocer si las series son o no estacionarias existen dos modalidades:
  - Método informal: para ello, se extraerán las gráficas de las series temporales de todas las variables y su correlograma. De este modo se consigue anticipar a través de las gráficas el comportamiento de las variables, y por otro, analizar el estadístico de correlación Q (la situación ideal es que no exista correlación).
  - Pruebas formales de raíz unitaria: a través de las pruebas de Dickey-Fuller (solo en caso de que las variables no tengan autocorrelación, dato obtenido en el análisis informal), Dickey-Fuller aumentado y KPSS. Estos test miden si las series de las variables poseen raíz unitaria, esto es, si son o no estacionarias.
3. Si del análisis anterior resulta que las variables son no estacionarias, procede realizar análisis de cointegración de las variables, para lo cual se acude a la prueba de cointegración de Engle y Granger. De este modo, se busca hallar una combinación integrada de variables que, aunque individualmente no sean estacionarias [ $I(0)$ ], puedan conseguir una efectiva asimilación a estacionariedad en su conjunto.
4. A su vez, resulta útil realizar el análisis de cointegración de Johansen para que aproxime el modelo final óptimo (VAR o VECM).
5. A continuación, se realizan los análisis propios del modelo final, verificando el número de retardos adecuado y analizando sus resultados. Si todo lo anterior ha sido posible, procede el análisis impulso-respuesta.
6. Por último, se realiza la comparación de resultados con el modelo autoregresivo ARDL.

Establecidos todos los pasos que se han de seguir, el siguiente capítulo está dedicado a la elaboración del análisis econométrico y a la interpretación de sus resultados.

## **Parte IV**

### **Análisis e interpretación**



## Capítulo 8

# Modelo de vectores autorregresivos (VAR)

### 8.1. Introducción

Este capítulo está dedicado a llevar a cabo todo el análisis estadístico del trabajo, interpretando sus resultados, y comentando las dificultades adheridas a las decisiones que se han tomado, con el fin último de poder verificar las hipótesis establecidas.

El primer paso necesario, como se ha indicado anteriormente, es determinar si las variables son o no son estacionarias, requisito imprescindible para poder utilizar el modelo VAR propuesto. Para conocer este dato, se llevan a cabo las siguientes fases:

1. Primera fase: análisis de los estadísticos principales.
2. Segunda fase: análisis de las gráficas temporales de todas las variables.
3. Tercera fase: análisis de la autocorrelación.
4. Cuarta fase: análisis de los test de raíz unitaria: Test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) y test KPSS.

Antes de empezar, conviene determinar qué implica que una variable sea estacionaria o no estacionaria (*estacionariedad* de la perturbación aleatoria). Como se ha venido adelantando, este suceso ocurre si una variable mantiene su media y varianza constante a lo largo de toda la serie temporal -ambos requisitos son imprescindibles- (Gujarati, 2012). Por tanto, una variable es no estacionaria cuando no cumple alguna de las dos características mencionadas, y por ende, puede presentar una tendencia -por falta de media constante-;

irregularidad -por ausencia de varianza constante-; o aparición de efectos cíclicos -debido a la autocorrelación-. Si se detecta que las variables son no estacionarias, y por tanto, sus datos no son independientes entre sí, no se puede realizar el modelo VAR sin que las variables sean sometidas a correcciones. De hacerlo, se obtendrían resultados denominados espúreos. Para aclarar mejor el término «espúreo», conviene dejar clara su definición, recuperada de (Guisán y cols., 2002):

Según Granger y Newbold (1974) son regresiones espurias las existentes entre dos variables que muestran las siguientes características: 1) No mantienen entre sí una relación causal. 2) La estimación de un modelo econométrico temporal, que relaciona a una de ellas con la otra, proporciona elevada bondad del ajuste y un valor del estadístico Durbin-Watson (dw) llamativamente bajo, muy inferior al valor 2 que correspondería a la ausencia de autocorrelación e inferior al límite inferior del test de Durbin-Watson.

Por tanto, obtener resultados espúreos es una situación no deseada que se tratará de esquivar, por no gozar dichos resultados de capacidad suficiente de respuesta.

Otra cuestión también recurrente en el trabajo es la necesidad de establecer el número de retardos óptimo de la variable dependiente (e independiente) para realizar los diferentes análisis. Estos retardos se incluyen para garantizar que, al realizar el contraste, se hayan eliminado las correlaciones existentes superiores al orden 1. Habitualmente interesa realizar el análisis con el máximo número de retardos posible, máxima que se ha aplicado en este trabajo (aunque, posteriormente, se verá que para realizar el modelo VAR, es necesario establecer el número exacto de retardos óptimo final).

Por último, se ha decidido trabajar en este análisis con un nivel de confianza del 95 %, lo que equivale a trabajar con un valor de significación de 0.05.

En resumen, para evitar resultados no concluyentes y espúreos, cabe tener conveniente cuidado a la hora de detectar la estacionariedad en las variables, aplicando el correcto número de retardos, proceso que se detalla a continuación.

## 8.2. Análisis básico de las variables

Lo primero que conviene realizar al empezar cualquier análisis estadístico es deducir sus estadísticos principales para conocer el comportamiento de las variables y, a la vez, para confirmar que los datos hayan sido integrados correctamente en el *software* estadístico. Posteriormente, la representación gráfica de las variables aporta información sobre



el comportamiento del completo de la serie de datos de cada variable, lo cual resulta de sumo interés para anticipar si tiene media o varianza constante.

### 8.2.1. Estadísticos principales

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
pib_pca	5,9619	5,8307	5,4683	6,7469
mig_total	4,9016e+06	4,9430e+06	4,3826e+06	5,4302e+06
tasa_empleo	0,60737	0,60344	0,55377	0,66656
factor_demografi~	0,66340	0,66049	0,65164	0,68187
productividad	14,806	14,841	13,465	15,812
	Desv. Típica.	C.V.	Asimetría	Exc. de curtosis
pib_pca	0,36059	0,060483	0,64518	-0,68683
mig_total	3,8124e+05	0,077779	-0,057822	-1,5942
tasa_empleo	0,031806	0,052367	0,16425	-0,99105
factor_demografi~	0,010452	0,015756	0,37556	-1,3382
productividad	0,63756	0,043061	-0,37444	-0,66448
	Perc. 5%	Perc. 95%	Rango IQ	Observaciones ausentes
pib_pca	5,5255	6,6701	0,51670	0
mig_total	4,3962e+06	5,4178e+06	7,9698e+05	0
tasa_empleo	0,55912	0,66366	0,054959	0
factor_demografi~	0,65178	0,68111	0,020240	0
productividad	13,504	15,751	0,93991	0

Figura 8.1: Estadísticos variables

A través de estos resultados, se comprueba que todos los datos introducidos en la base de datos son correctos (las observaciones ausentes son 0 en todos los casos), además de obtener información básica sobre las variables. Al analizar, por ejemplo, la media de las variables, se comprueba que los resultados concuerdan con la serie de datos inicial.

### 8.2.2. Análisis gráfico

A continuación, se comprueba la distribución gráfica de las variables, atendiendo especialmente a si existe una media constante, esto es, que todos los valores se sitúen en torno al mismo valor, que no tiene que ser necesariamente 0 (en caso de que así fuera, estaríamos ante el denominado efecto *white noise*), determinar si existe varianza constante, lo cual implica que no tengan una tendencia determinista ni positiva ni negativa, sino que los valores se mantengan en el mismo rango a lo largo de toda la serie (o presenten tendencia estocástica), y por último, comprobar que la variable no presente irregularidades pronunciadas.

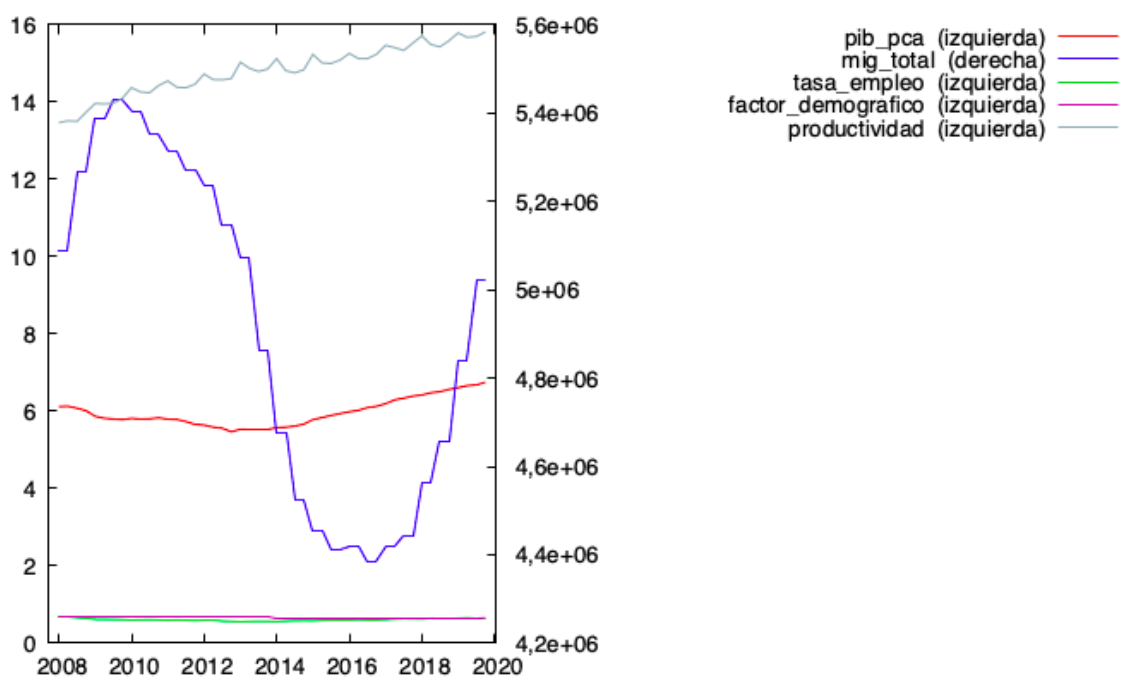


Figura 8.2: Gráfica total variables originarias

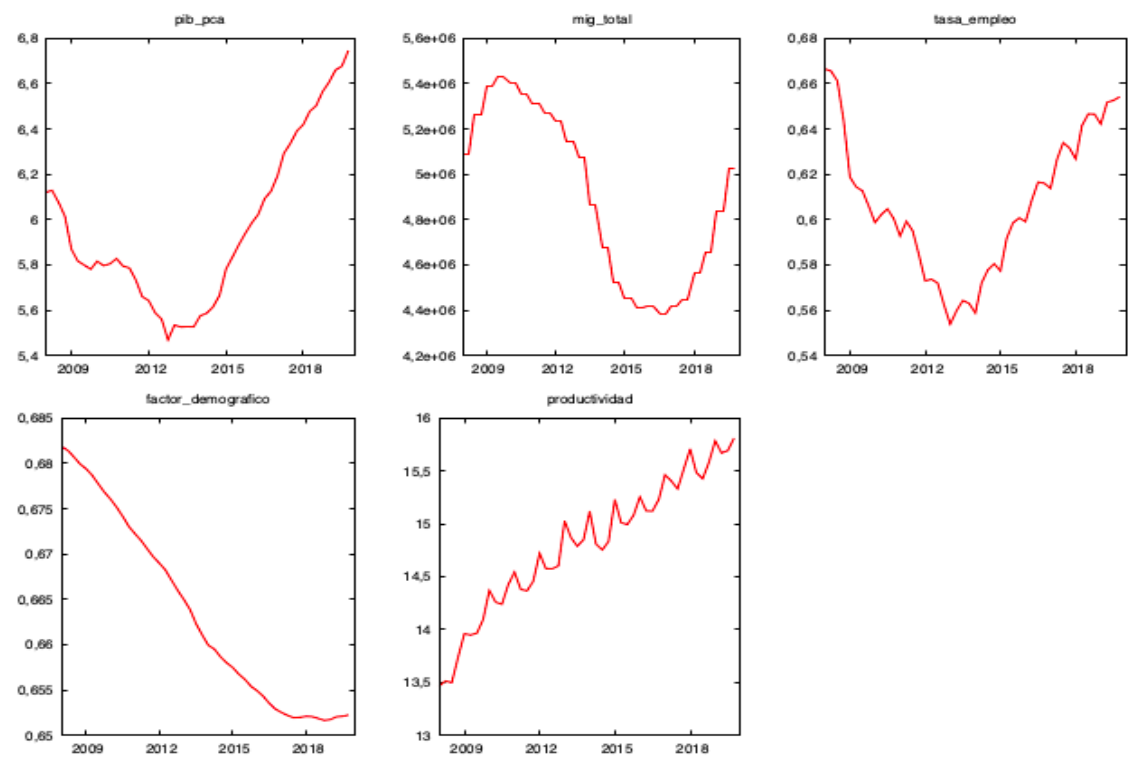


Figura 8.3: Gráfica variables originarias

Como se puede comprobar, aparentemente en ninguna variable hay una tendencia determinista clara. Por otro lado, tampoco se puede afirmar que las variables tengan media constante, aunque la variable de migración total, o incluso tasa de empleo, presentan un comportamiento que podría concordar con las características de series estacionarias (no tendencia y media constante). En todo caso, este análisis no es concluyente, es necesario realizar más pruebas para verificar estos resultados.

### 8.2.3. Análisis de autocorrelación

La autocorrelación, junto con la heteroscedasticidad, son problemas habituales en variables econométricas de serie temporal. Su definición indica lo siguiente: «la perturbación de una observación cualquiera  $u_i$  está correlacionada con la perturbación de cualquier otra observación, por tanto, las observaciones no son independientes». Esto es, los datos de una serie están correlacionados entre sí, por tanto, no cumplen los supuestos de independencia exigidos para la mayor parte de los modelos estadísticos.

Dicho esto, resulta imprescindible realizar el siguiente paso, y analizar el correlograma de las variables junto con el estadístico Q de Ljungbox -utilizado también para analizar el denominado ruido blanco-. Para ello, se escoge el número de retardos que propone el programa Gretl para cada una de las variables (en este caso, 9 retardos). Recuérdese que el número de retardos implica el número de análisis de autocorrelación que realizará el estadístico sobre una misma variable, interesando en cualquier caso que su número sea el más alto posible, situación que depende directamente del tamaño de la muestra y el número de observaciones.

Existen dos formas de comprobar los resultados: por un lado, en la gráfica que propone el programa estadístico de autocorrelación: si los indicadores superan el umbral establecido, existe autocorrelación. Otra forma es verificar el resultado de la función de autocorrelación: existe correlación si el valor p equivalente al estadístico Q es inferior a 0.05 (teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95 %), lo cual implica que el valor t se encuentre en la zona de rechazo dentro de una distribución normal t de Student, por lo que no se aceptaría la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación.

Los gráficos de este apartado aparecen en el primer anexo: Autocorrelación [.1]. A modo resumen, se concluyen los resultados en la siguiente tabla:

Variable	Autocorrelación (Q)
Migrantes	SI
PIBpc	SI
Demografía	SI
Tasa de empleo	SI
Productividad	SI

Cuadro 8.1: Resumen autocorrelación (Q)

En todas las variables, los resultados confirman que existe alto grado de autocorrelación en todos los retardos analizados, siendo todos los valores  $p$  inferiores al nivel de significación 0.05 (95 %). Esto significa que actualmente, con las variables sin corregir, cualquier análisis que se realice conduce a resultados espúreos. Con este resultado, resulta necesario acudir a los análisis de raíz unitaria.

### 8.3. Contrastes de raíz unitaria

Una vez que se han comprobado las gráficas temporales y verificado que existe problema de autocorrelación en todas las variables, el siguiente paso lo ocupan los análisis de raíz unitaria, que proporcionan respuesta directa a la cuestión de si las variables son estacionarias o no estacionarias. Para ello, calculan si las variables tienen, al menos, una raíz unitaria, utilizando distintos contrastes en función del modelo: si se constata que la variable tiene raíz unitaria significa que la varianza de la serie crece sin límites, lo cual implica necesariamente que la variable posee tendencia distinta de 0, lo que se traduce, como se viene señalando, en que la variable es no estacionaria (no cumple con uno de los requisitos necesarios).

Así, una variable que es estacionaria se define como integrada de orden 0 -0 raíces unitarias-; si la variable tiene una raíz unitaria, se indica que es integrada  $I(1)$  y si la variable tiene dos raíces unitarias se afirma que es integrada  $I(2)$ . Conocer el grado de interacción resulta imprescindible para determinar el procedimiento adecuado para la corrección de las variables, modificación que se realiza a través de la propia diferenciación de la variable, tantas veces como raíces unitarias existan en la misma.

Entre estos test se incluyen los análisis de Dickey-Fuller (DF), Dickey-Fuller aumentado (ADF) -similar al anterior pero añadiendo retardos- y KPSS. El primer contraste de Dickey-Fuller (DF), como ya se ha verificado que existe autocorrelación en todas las variables a través del estadístico  $Q$ , no sirve para explicar la estacionaridad, por lo que queda

descartado de este análisis. A continuación, se analizan los dos restantes test.

### 8.3.1. Test de Dickey-Fuller aumentado (ADF)

El modelo de Dickey-Fuller aumentado (ADF) parte de la hipótesis nula de que existe, al menos, una raíz unitaria en la serie analizada, lo cual implica que la variable es no estacionaria. Consecuentemente, su hipótesis alternativa afirma que la variable es estacionaria. La hipótesis nula se rechaza y, por tanto, se acepta la alternativa, si el cálculo  $t$  de Student<sup>1</sup> resultante se sitúa en el valor crítico correspondiente al nivel de significación establecido (o lo que es lo mismo, tenga valor  $p$  inferior a 0.05 con un nivel de confianza del 95 %).

En este caso, se realiza el análisis especificando el número de retardos que propone el programa Gretl (al igual que en el análisis de la autocorrelación, con 9 retardos). El modelo también permite realizar sus cálculos teniendo en cuenta una serie de condiciones (incluyendo constante y/o tendencia) en función de la estimación que se haya realizado en la visualización gráfica de las variables, optando en este caso por incluir 2 modelos en todas las variables (esto es, con constante y con constante y tendencia), por no gozar las gráficas de series temporales de resultados concluyentes. Las tablas se encuentran en el segundo anexo: Dickey-Fuller aumentado [.2], resumiendo a continuación las conclusiones:

Variable	Estadístico de contraste	Valor p	Decisión
Inmigrantes (constante)	-2.2461	0.19	Acepto Ho
Inmigrantes (tendencia)	-1.3899	0.8642	Acepto Ho
PIBpc (constante)	-0.3609	0.9134	Acepto Ho
PIBpc (tendencia)	-1.7038	0.7499	Acepto Ho
Empleo (constante)	-0.2137	0.9344	Acepto Ho
Empleo (tendencia)	-1.7409	0.7331	Acepto Ho
Demografía (constante)	-3.85776	0.00238	Rechazo Ho
Demografía (tendencia)	-0.5452	0.9815	Acepto Ho
Productividad (constante)	-1.2890	0.637	Acepto Ho
Productividad (tendencia)	-3.31089	0.0644	Acepto Ho

Cuadro 8.2: Resultados ADF

Los resultados correspondientes a (constante) implican el análisis del contraste únicamente con constante; por otro lado, (tendencia) hace referencia al análisis del contraste incluyendo constante y tendencia.

<sup>1</sup>Existe controversia con este dato, hay autores que defienden que, bajo esta hipótesis, el estadístico  $t$  no sigue una distribución  $t$  de Student, abogando por utilizar los valores propuestos por MacKinnon.

Se observa, en casi la totalidad de los casos, la misma conclusión: el valor crítico para el estadístico ADF bajo la hipótesis nula unitaria (no estacionaria) es -2,86 al 0,05 de significación (con un nivel de confianza del 95 %). Dado que el valor muestral del estadístico  $t$  es mayor que el valor crítico, y por tanto, no cae en la zona de rechazo, no se rechaza la hipótesis de raíz unitaria. Otra manera de verificar este resultado requiere comprobar el valor  $p$  de la variable. En este caso, se acepta la hipótesis nula de variable no estacionaria porque el valor  $p$  es superior a 0.05 en casi todos los casos (únicamente demografía -con constante- tiene un valor  $p$  inferior a 0.05; también productividad -con tendencia- aunque tiene un valor  $p$  algo superior a 0.05, sigue siendo muy cercano a este y podría aceptarse con un nivel de significación del 10 %). En todo caso, de este análisis lo que se concluye es que las variables son no estacionarias.

En este punto, hay autores que defienden la eficacia suficiente del test de Dickey-Fuller aumentado, test del cual existe en la actualidad más información, pudiendo concluir con los resultados señalados. Sin embargo, con la intención de ampliar el diagnóstico de la estacionariedad, dada la importancia de su tratamiento, se incluye a continuación el análisis del estadístico KPSS para verificar si estos resultados son o no concluyentes.

### 8.3.2. Modelo KPSS

Este modelo estadístico, a diferencia del anterior, parte de la hipótesis nula de que la varianza del término es nula, igual a 0, lo que implica la existencia de estacionariedad o estacionariedad en tendencia. Para ello, KPSS suma los residuos procedentes del modelo de mínimos cuadrados ordinarios de la variable frente a una constante y tendencia temporal, además de estimar la varianza de los errores. Otra diferencia notable es que la distribución, bajo este modelo, no es estándar, si no que es más restrictiva, por lo que el programa estadístico proporciona directamente los niveles críticos de rechazo en función de la significación escogida (en este trabajo, 0,05 al 95 %). A grandes rasgos, y por estas cuestiones, se defiende que este modelo tiene mayor potencia técnica que el anterior ADF. Nótese, por tanto, que la hipótesis nula que aplica este modelo es contraria a ADF: rechazar la hipótesis nula implica que la serie es no estacionaria.

En este caso, para su análisis, se ha decidido estimar el modelo incluyendo tendencia y con el número de retardos que propone el programa (en este caso, 3). En la siguiente tabla se muestran los resultados (las tablas están en el tercer anexo: KPSS [.3]).

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
Inmigrantes	0.023	Rechazo $H_0$	No estacionaria
PIBpc	< 0.01	Rechazo $H_0$	No estacionaria
Empleo	< 0.01	Rechazo $H_0$	No estacionaria
Demografía	< 0.01	Rechazo $H_0$	No estacionaria
Productividad	0.017	Rechazo $H_0$	No estacionaria

Cuadro 8.3: Resultados KPSS

Como se puede observar, todas las variables son también no estacionarias según el modelo KPSS, resultado que concuerda en su mayor parte con el test ADF.

Se concluye del análisis de este capítulo, por tanto, que las cinco variables escogidas para el modelo son no estacionarias, todas presentan raíz unitaria, siguiendo los resultados del estadístico KPSS, los cuales serán los que se tomen en consideración por su mayor potencia técnica. De este modo, las dudas que podría originar el análisis ADF en la variable demografía (constante) o incluso en productividad (tendencia) quedan resueltas a través del resultado KPSS. Esto implica que ninguna variable es integrada de orden 0, no presentan media y/o varianza constante, y para poder ser utilizadas deben de corregirse a través de su diferenciación. Debe recordarse que, conociendo la conducta de estas variables, cualquier regresivo que se realice conduciría a resultados espúreos. Al análisis de cointegración y a la corrección de las variables se dedica la próxima sección.

## 8.4. Análisis de cointegración

El objetivo principal del análisis de cointegración es verificar si las series de las variables, aunque sean no estacionarias, tienen entre ellas una relación de equilibrio a largo plazo. En otras palabras, cointegración implica que diferentes series  $I(1)$  tengan, al menos, una combinación lineal entre ellas a lo largo del tiempo. Esta situación se produce porque en la combinación existen constantes que afectan al conjunto de la relación, así como un error que se mantiene también constante, sin cambios relevantes a lo largo del tiempo.

Conocer este dato es de suma relevancia porque el análisis VAR que se pretende, se puede realizar de diversas formas:

- Estimar VAR en niveles, que no pueden contener ninguna serie  $I(1)$ . Esto es, estimar el modelo VAR en variables inicialmente estacionarias, lo cual ya se ha comprobado no sucede en este análisis.

- Estimar VAR en diferencias: el modelo asumiría en su conjunto un comportamiento cointegrado  $I(0)$ , asimilable a la estacionariedad. Este dato es el que aporta el análisis de cointegración: si los residuos del modelo están cointegrados  $I(0)$ , se podría realizar el análisis VAR sin perder demasiada calidad en los resultados (situación ideal en este caso).

En todo caso, las pruebas de cointegración son esenciales para evitar malas estimaciones posteriores de impulso-respuesta. A ello se dedican los contrastes de Engle y Granger y el de Johansen.

#### 8.4.1. Contraste de Engle y Granger (EG)

El modelo de Engle y Granger (1987) está basado en el modelo ADF pero con ciertas modificaciones: principalmente, utilizan los valores críticos de MacKinnon (por considerar que la perturbación no es observable y que, además, se deben utilizar los residuos de la regresión). Por otra parte, para su análisis confrontan la estacionariedad de la perturbación del modelo econométrico contrastando su nulidad a partir de las primeras diferencias, y aplicando en algunos casos términos de aumento pero sin añadir ni constante ni tendencia en las relaciones.

Por tanto, el análisis de Engle y Granger se centra en el comportamiento de los residuos que proporciona una regresión determinada, analizando si los mismos muestran un comportamiento estacionario o no estacionario. La importancia de este test radica en que, para poder utilizar las series diferenciadas cuando estas no son inicialmente estacionarias, se ha de cumplir un requisito esencial: que los residuos sean estacionarios, esto es, que cointegren a largo plazo y no sean de orden 1. Si esto ocurriese, los resultados serían espúreos y no podría utilizarse el modelo tal y como está planteado.

Como en ADF, la hipótesis nula es que las variables contienen raíz unitaria, es decir, no son estacionarias, y por tanto, no están cointegradas. La hipótesis alternativa es que los residuos no tienen raíz unitaria, lo que se traduce en que las series en su primera diferencia sí están cointegradas y que podría continuar el análisis del modelo (situación ideal). Para su cálculo, se utiliza la variable de PIBpc como dependiente y las restantes como variables independientes.

Se presentan a continuación los resultados principales, hallándose el estadístico completo en el cuarto anexo: EG [.4]:



Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
Inmigrantes	0,63e-88	Rechazo Ho	Posible cointegración
Empleo	1,22e-76	Rechazo Ho	Posible cointegración
Demografía	1,08e-13	Rechazo Ho	Posible cointegración
Productividad	2,36e-41	Rechazo Ho	Posible cointegración

Cuadro 8.4: Resultados EG1

Residuos	Estadístico de contraste	Valor p	Hipótesis	Conclusión
uhat	-3,15907	0,5017	No rechazo Ho	No cointegración

Cuadro 8.5: Residuos EG1

El análisis EG se divide en dos etapas: la primera realiza la regresión cointegrante entre todas las variables incluidas; la segunda contrasta la existencia de raíz unitaria en los residuos que origina el modelo (uhat), que es la pieza clave que interesa de este modelo.

En la regresión cointegrante, los valores p permiten rechazar la hipótesis nula (son todos inferiores a 0.05), por tanto, las variables podrían cointegrarse entre ellas a lo largo del tiempo. Por otro lado, los resultados de los residuos señalan un valor p elevado (0.5017), a través del cual no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que se traduce en que los residuos mantienen raíz unitaria en el conjunto de variables porque no están cointegrados, son integrados  $I(1)$  y por tanto, no válidos para continuar con el análisis por conducir a resultados espúreos. Además de estos resultados, el programa estadístico proporciona dos supuestos que hay que contemplar para poder rechazar o no la hipótesis nula de relación cointegrante: el primer supuesto (a) es el que se ha verificado anteriormente a través de las pruebas de raíz unitaria variable por variable (en la que todas las variables mostraron presencia de raíz unitaria); el supuesto (b) hace referencia a la etapa 2 de la regresión, en la que, como se ha visto, la hipótesis nula no se rechaza para los residuos, por lo que no habría evidencia de relación cointegrante.

Otra forma de obtener similares resultados se produce analizando directamente el comportamiento de estos residuos, a lo que se dedica el siguiente apartado.

### Análisis de los residuos

Para poder estimar los residuos que produce el modelo, se debe empezar por extraer, a través del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), una regresión en la que se incluyan las cinco variables del modelo, procediendo a guardar los residuos que genera

( $\hat{u}at3$ ). Nótese que el análisis MCO no interesa, sólo sus residuos, los cuales serán el objeto principal de estudio (el estadístico MCO se encuentra en el quinto anexo: Análisis de residuos [.5]).

Guardados los residuos, se procede a analizar su comportamiento para determinar si su serie es estacionaria o no estacionaria. Como se ha realizado anteriormente, el primer paso es analizar la gráfica:

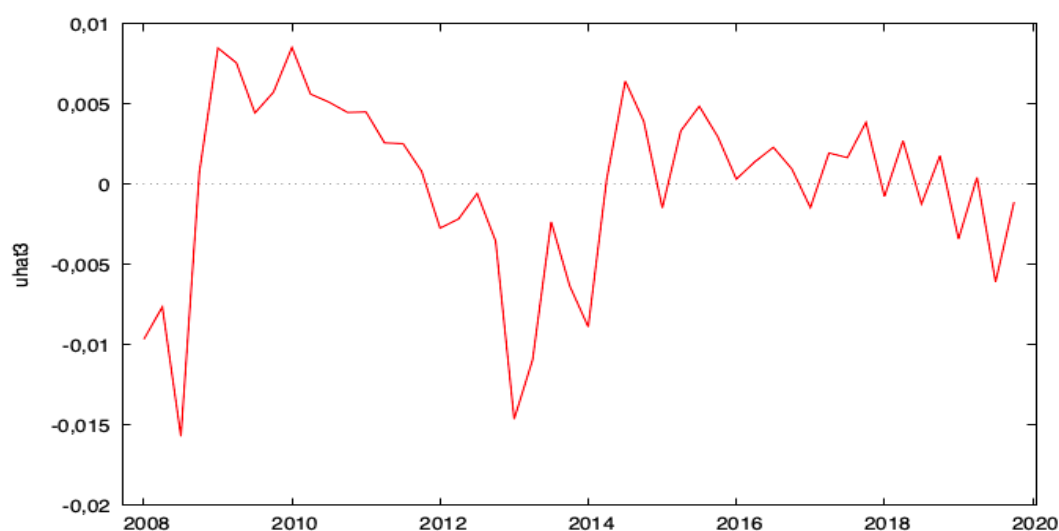


Figura 8.4: Gráfica variables primera diferencia

De ello se observa que, aparentemente, no existe ni constante ni tendencia determinista clara. Pero, pese a la apariencia visual que puede llevar a malas interpretaciones, lo que la teoría indica es que esta serie tiene la característica especial y común que repiten los residuos de mínimos cuadrados ordinarios, en la que los datos están centrados con respecto a 0: por tanto, podemos afirmar que tiene media 0 (media muestral y media poblacional nula), y que, además, nunca podría haber tendencia determinista como ocurre con las series  $X$  o  $Y$ .

El siguiente paso consiste en verificar esta información a través de los test formales de raíz unitaria. Para ello, se recurre nuevamente al test de Dickey-Fuller aumentado y se solicita su contraste (en este caso, escogiendo la modalidad contraste con constante pero sin tendencia -aunque, asintóticamente, la teoría señala que el resultado del contraste será igual de válido escogiendo cualquiera de las opciones, pese a que los resultados finales numéricos puedan ser diferentes-) con 9 retardos, según propone el programa. La siguiente tabla muestra el resumen de los resultados (la gráfica original se encuentra en el quinto anexo: Análisis de residuos [.5]):

Residuos	Estadístico de contraste	Valor p	Hipótesis	Conclusión
uhat3	-3,04067	0,03129	Rechazo Ho	Cointegración

Cuadro 8.6: ADF residuos (uhat3) EG1

Comprobado el significativo valor de p asintótico (0.03129), procede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al 5 % (al nivel de confianza del 95 %), por tanto, los residuos de la variable estarían cointegrados (estacionarios), lo que implicaría que habría relación de equilibrio a largo plazo entre ellas, y no tienen, por tanto, raíz unitaria. Esto significa que en estas variables existiría al menos una relación de cointegración.

Obtenida tal conclusión, ¿por qué del test EG se ha obtenido un resultado opuesto, si el modelo es el mismo? Para dar respuesta, hay que recordar una de las diferencias principales entre el test EG y ADF: su cálculo utilizando los valores de Davidson y MacKinnon, que son los valores que se deben utilizar en el análisis de cualquier serie de residuos creada a partir de otras series originarias -que es lo que realiza directamente el test EG a diferencia de ADF-. Así, acudiendo a los valores correctos de Davidson y MacKinnon<sup>2</sup>, y atendiendo al estadístico de contraste de los residuos (-3,0406), se afirma que cae en la zona de aceptación, o dicho de otro modo, de no rechazo, por lo tanto, ahora sí, los resultados coinciden con el test EG: los residuos tienen raíz unitaria, no están cointegrados a largo plazo, y no son estacionarios. Al estar analizado el comportamiento de las variables a largo plazo a través de los residuos, obtenido este resultado, la conclusión última implica que las variables no cointegran, no existe cointegración entre ellas, no existe relación de equilibrio a largo plazo entre ellas. En última instancia, es una ecuación espúrea, no correcta.

A continuación se analiza el estadístico de cointegración de Johansen, el cual arrojará la decisión final sobre la posible diferenciación o no de las variables.

### 8.4.2. Contraste de Johansen

El contraste de Johansen (1988) forma parte de las pruebas de cointegración más conocidas, especialmente orientada a la utilización posterior del modelo VAR. Para su análisis, incorpora el término de corrección del error (VECM) en el propio modelo, y es precisamente este error el que determina si existe o no cointegración, proporcionando un modelo óptimo para su tratamiento posterior. Para ello, la hipótesis nula contrasta si el rango de la matriz del término de corrección de error es 0 (lo que implica, necesariamente, que

<sup>2</sup>Con 5 variables (con contraste y tendencia) resulta un valor -4.7154 para un nivel de significación de 0.05.

las variables del modelo no están cointegradas); si por el contrario se rechaza la hipótesis nula, se afirma que el rango de corrección del error es distinto de 0, y por tanto, que en las variables puede existir relación de cointegración. En función del resultado que se obtenga, procede realizar el modelo VAR o calcular los errores del modelo VECM. Así:

- Si del análisis de los rangos las variables no están cointegradas, el modelo VAR óptimo estaría formado por las variables estacionarias añadiendo el término del error que proporciona Johansen.
- Si por el contrario, existe al menos una relación de cointegración entre las variables, el modelo VAR del que parte Johansen quedaría convertido en un modelo corregido, requiriendo estimar el modelo VECM (y ya no VAR) para el modelo final.

Antes de llevarlo a cabo, conviene hallar cuál es el número de retardos óptimo para el modelo VAR<sup>3</sup>. En este caso, de acuerdo a los criterios de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn, el número de retardos óptimo es 7 (ver resultados en el sexto anexo: Análisis de Johansen [.6]). Para el modelo de Johansen, atendiendo a los criterios que requiere el modelo VECM incluido, el número de retardos a utilizar es de  $(p-1)$ , por tanto, de 6<sup>4</sup>.

Otra decisión que requiere ser tomada es cómo tratar a los términos deterministas del VAR teniendo en cuenta su constante y tendencia: en este caso, se aboga por utilizar el término de constante restringida, considerando que los tipos de interés sean  $I(1)$  pero sin deriva ni tendencia.

Los resultados (anexo Análisis de Johansen [.6]) indican lo siguiente:

Hipótesis Nula (rango)	Valor p	Aceptación/Rechazo	Conclusión
No hay (0) cointegración	0,0000	Rechazo Ho	Cointegración
Al menos hay (1) cointegración	0,0000	Rechazo Ho	No (1) cointegración
Al menos hay (2) cointegración	0,0013	Rechazo Ho	No (2) cointegración
Al menos hay (3) cointegración	0,0030	Rechazo Ho	No (3) cointegración
Al menos hay (4) cointegración	0,2211	Acepto Ho	Cointegración

Cuadro 8.7: Resumen Johansen

Se observa que, en sentido de cointegración en términos de Johansen, existen, al menos, cuatro ecuaciones de cointegración entre las variables, o, dicho de otro modo, que las cinco variables están cointegradas a largo plazo, tienen relación de asociación entre ellas.

<sup>3</sup>Esta función el programa estadístico Gretl la proporciona directamente a través de la función de «selección del orden del VAR», incluyendo una constante y el máximo número de retardos permitidos.

<sup>4</sup>Esto se debe a que el modelo de corrección de error (VECM) utiliza siempre el número de retardos óptimos menos 1 ( $7-1=6$ ).

Si las variables de este análisis fueran inicialmente estacionarias (comprobado a través de los test de raíz unitaria), o, al menos, poseyeran raíz unitaria en sus residuos (comprobado a través del test de Engle y Granger), podría continuarse el análisis calculando directamente el modelo VECM.

### **8.4.3. Resultados del análisis de cointegración**

El análisis de cointegración resulta imprescindible para conocer el comportamiento de las variables, con el fin de definir el modelo final que mejor se adapte a las características que posean las series temporales. Como se ha comprobado, el test de Johansen señala que existe cointegración entre las variables, lo que supondría poder continuar el análisis hallando el término de error que mantenga constante dicho valor en el conjunto del modelo. Sin embargo, al no cumplir los requisitos necesarios (esto es, o bien ser inicialmente variables estacionarias, o bien, que los residuos que produzca el modelo estén cointegrados), no es posible continuar con el análisis, pues de hacerlo se vulnerarían los supuestos de independencia, media o varianza constante, y los resultados serían, en todo caso, espúreos.

Llegados a este punto, no es posible realizar más actuaciones con las variables en su estado original, es preciso corregirlas. A la próxima sección se dedica la primera diferenciación de las variables originarias, repitiendo exactamente el mismo análisis llevado a cabo hasta el momento para verificar su validez.

## **8.5. Análisis de variables en su primera diferenciación**

Para realizar la primera diferenciación de las variables es necesario crear nuevas series de cada una de las variables a partir de sus diferencias. Esto se realiza a través de la función de «añadir diferencias».

Hecho lo anterior, conviene conocer cuál es el comportamiento (si estacionario o no estacionario) de las nuevas series creadas a partir de la primera diferenciación. De este modo, el objetivo es conocer si las variables iniciales y no estacionarias de partida son integradas  $I(1)$  o en cambio, son  $I(2)$ . Para ello, se empieza analizando las series gráficas.

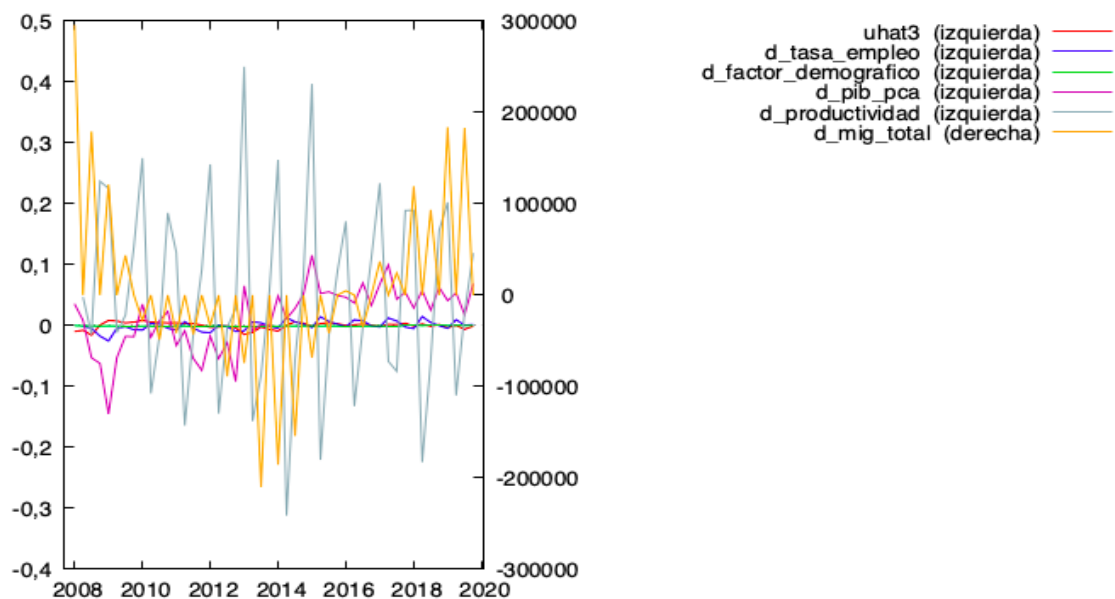


Figura 8.5: Gráfica variables total primera diferencia

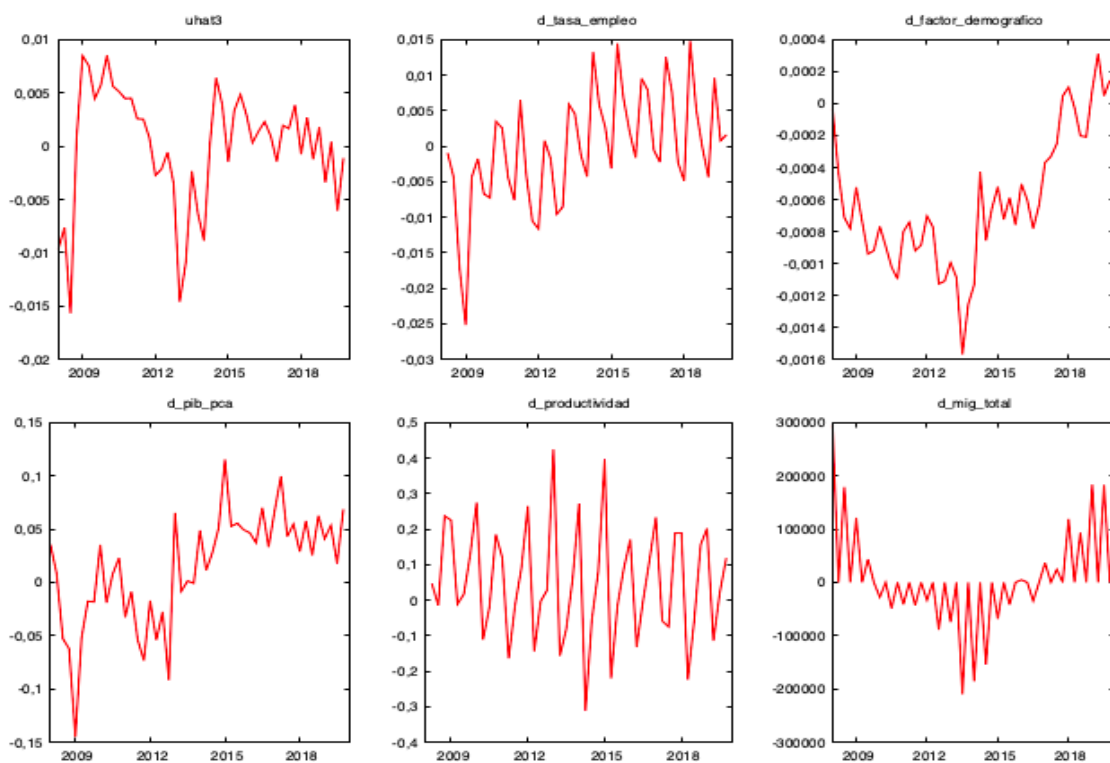


Figura 8.6: Gráfica variables primera diferencia

Se comprueba que, de nuevo, no existe una tendencia determinista clara en ninguna serie. En cambio, parece detectarse una tendencia estocástica en las variables productivi-

dad y migración.

A continuación, se realiza el análisis de autocorrelación, cuyo resumen es el que sigue (los gráficos completos de toda esta sección se encuentran en el séptimo anexo: Primera diferenciación [.7]).

Variable	Autocorrelación (Q)
Migrantes	SI
PIBpc	SI
Demografía	SI
Tasa de empleo	SI
Productividad	SI

Cuadro 8.8: Resumen autocorrelación primera diferencia

Se continúa analizando el estadístico ADF (Dickey-Fuller aumentado) para verificar si estas variables poseen o no raíz unitaria. En este caso, y vistas las gráficas, se calcula sin incluir ninguna tendencia en el modelo, y con 9 retardos, tal y como propone Gretl.

Variable	Estadístico de contraste	Valor p	Decisión	Conclusión
PIBpc	-1.9604	0.0478	Rechazo Ho	Integrada I(1)
Inmigrantes	-0.8019	0.3688	Acepto Ho	No integrada I(1)
Empleo	-0.8002	0.3696	Acepto Ho	No integrada I(1)
Demografía	-0.6719	0.4263	Acepto Ho	No integrada I(1)
Productividad	-8.06399	3.208e-14	Rechazo Ho	Integrada I(1)

Cuadro 8.9: Resultados ADF primera diferencia

También se calcula el estadístico KPSS, cuyos resultados son los que siguen.

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
PIBpc	< 0.01	Rechazo Ho	No integrada I(1)
Inmigración	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(1)
Empleo	< 0.01	Rechazo Ho	No integrada I(1)
Demografía	0.012	Rechazo Ho	No integrada I(1)
Productividad	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(1)

Cuadro 8.10: Resultados KPSS primera diferencia

Nótese que los resultados entre ADF y KPSS difieren. Sin embargo, según se indicó anteriormente, prevalece el estadístico KPSS, el cual, además, concuerda con las primeras

impresiones visuales obtenidas a través de las gráficas. Por tanto, a través de la primera diferenciación se ha conseguido que dos de las cinco variables del modelo sean estacionarias (algo que, aunque positivo, puede resultar insuficiente).

Por ello, se continúa hallando el contraste de cointegración de Engle y Granger, para verificar si, aunque no todas las variables estén integradas, puede existir en sus residuos un comportamiento cointegrado que permita continuar con el análisis. Los resultados completos se encuentran en séptimo anexo: Primera diferenciación [7].

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
Inmigrantes	0,6228	No rechazo Ho	No cointegración
Empleo	3,21e-45	Rechazo Ho	Posible cointegración
Demografía	4,97e-88	Rechazo Ho	Posible cointegración
Productividad	5,48e-43	Rechazo Ho	Posible cointegración

Cuadro 8.11: Resultados EG primera diferencia

Residuos	Estadístico de contraste	Valor p	Hipótesis	Conclusión
uhat	-2,16715	0,9115	No rechazo Ho	No cointegración

Cuadro 8.12: Residuos EG primera diferencia

En la primera regresión cointegrante, los valores p permiten rechazar la hipótesis nula (son todos inferiores a 0.05 excepto migración). Los residuos señalan un valor p muy elevado (0.9115), a través del cual, nuevamente, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que significa que los residuos mantienen raíz unitaria en el conjunto de variables, y por tanto, no presentan entre ellos relación cointegrante que permita continuar con el análisis.

Con estos resultados, al no obtener ni variables estacionarias ni cointegración de residuos en términos de EG, se prescinde de realizar el test de Johansen (como se ha visto, aunque se consiguieran resultados positivos, no podría continuarse con el análisis).

### Resultados de la primera diferenciación

A la vista de los resultados obtenidos, se comprueba que, aunque la primera diferenciación ha conseguido que 2 variables sean estacionarias, esto no ha sido suficiente. Como el test de Engle y Granger tampoco ampara la continuación del análisis, la siguiente sección está dedicada al análisis de las series en su segunda diferenciación, manteniendo la esperanza de obtener mejor fortuna.



## 8.6. Análisis de variables en su segunda diferenciación

En este apartado, se repiten los análisis realizados en la anterior sección pero a partir de las series de datos obtenidas en la segunda diferenciación de las variables.

Para ello, se empieza analizando las gráficas temporales.

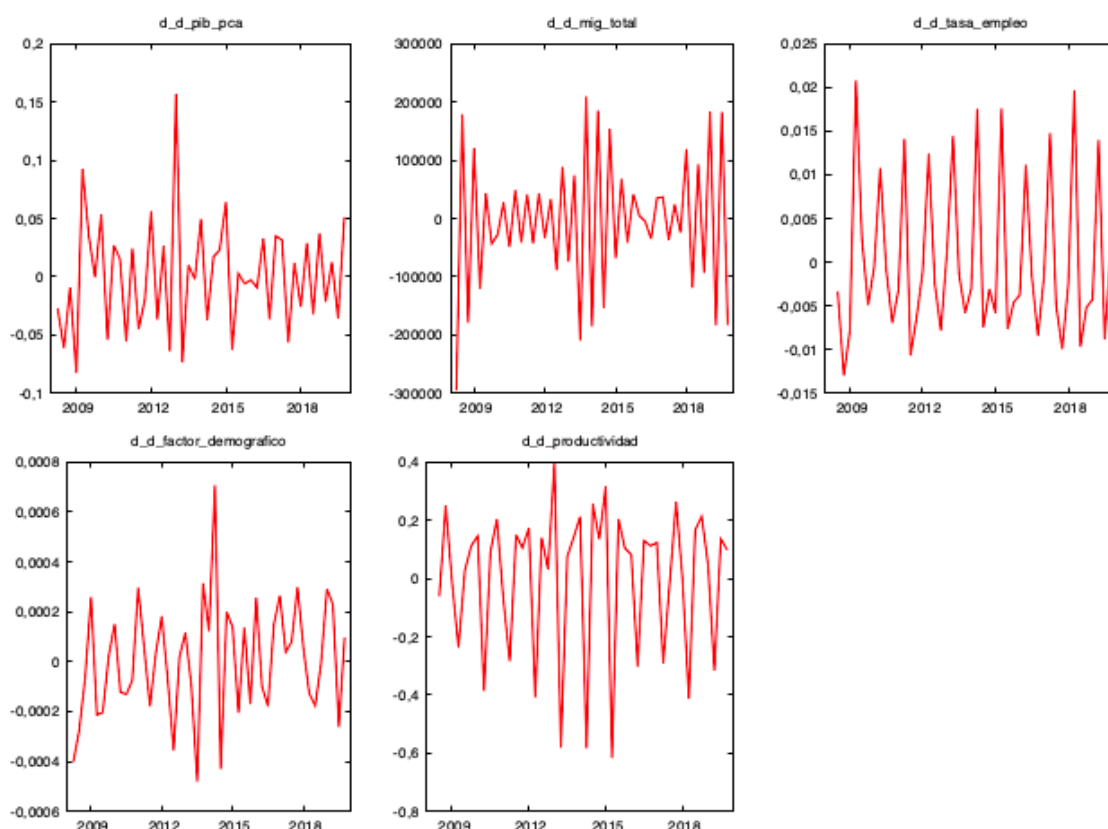


Figura 8.7: Gráfica variables segunda diferencia

Aparentemente, las gráficas arrojan luz positiva: ninguna serie posee tendencia determinista y todos los valores de las series se sitúan cercanos al cero, condiciones características de las series estacionarias.

A continuación, se presenta el resumen del análisis del test de correlación (los resultados completos de esta sección se encuentran en el octavo anexo: segunda diferenciación [.8]).

Variable	Autocorrelación (Q)
Migrantes	SI
PIBpc	SI
Demografía	SI
Tasa de empleo	SI
Productividad	SI

Cuadro 8.13: Resumen autocorrelación segunda diferencia

Se continúa analizando el estadístico ADF (Dickey-Fuller aumentado). En este caso, y a la vista de las impresiones ópticas obtenidas a través de las gráficas, se calcula sin incluir ninguna tendencia en el modelo, y con 9 retardos, tal y como propone el programa estadístico.

Variable	Estadístico de contraste	Valor p	Decisión	Conclusión
PIBpc	-5,15329	9,811e-06	Rechazo Ho	Integrada I(2)
Inmigrantes	-2,11682	0,2381	Acepto Ho	No integrada I(2)
Empleo	-3,26159	0,01672	Rechazo Ho	Integrada I(2)
Demografía	-3,34158	0,01315	Rechazo Ho	Integrada I(2)
Productividad	-23,7442	7,778e-52	Rechazo Ho	Integrada I(2)

Cuadro 8.14: Resultados ADF segunda diferencia

El test KPSS, calculado sin tendencia y con 3 retardos, no coincide con los resultados ADF, por lo que se opta, como en anteriores ocasiones, por acuñar estos resultados y prescindir de los anteriores.

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
PIBpc	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(2)
Inmigración	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(2)
Empleo	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(2)
Demografía	0.065	Rechazo Ho	No integrada I(2)
Productividad	> 0.10	Acepto Ho	Integrada I(2)

Cuadro 8.15: Resultados KPSS segunda diferencia

El resultado de los test de raíz unitaria, como se puede apreciar, es casi positivo: todas las variables, excepto demografía, son integradas [I(2)]. Por primera vez, a diferencia de los anteriores análisis en I(0) y I(1), se obtienen resultados que podrían ser susceptibles de utilización.

Seguidamente, se comprueba el contraste de cointegración de Engle y Granger:

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
Inmigrantes	0,1288	No rechazo Ho	No cointegración
Empleo	7,58e-38	Rechazo Ho	Posible cointegración
Demografía	0,0005	Rechazo Ho	Posible cointegración
Productividad	4,38e-39	Rechazo Ho	Posible cointegración

Cuadro 8.16: Resultados EG segunda diferencia

Residuos	Estadístico de contraste	Valor p	Hipótesis	Conclusión
uhat	-3,38434	0,3824	No rechazo Ho	No cointegración

Cuadro 8.17: Residuos EG segunda diferencia

En la regresión cointegrante, los valores p permiten rechazar la hipótesis nula (son todos inferiores a 0.05 excepto migración, que en este caso tiene un valor cercano: 0.13). Los residuos señalan un valor p que continúa siendo elevado (0.3824), a través del cual, nuevamente, no se puede rechazar la hipótesis nula de cointegración, los residuos mantienen la raíz unitaria en el conjunto de variables.

Como se ha verificado que la variable factor demográfico no es integrada [I(2)], se prueba a realizar el test de cointegración de EG eliminándola del modelo.

Variable	Valor p	Decisión	Conclusión
Inmigrantes	0,6833	No rechazo Ho	No cointegración
Empleo	2,63e-36	Rechazo Ho	Posible cointegración
Productividad	1,46e-37	Rechazo Ho	Posible cointegración

Cuadro 8.18: Resultados EG2 segunda diferencia

Residuos	Estadístico de contraste	Valor p	Hipótesis	Conclusión
uhat	-2,5815	0,6336	No rechazo Ho	No cointegración

Cuadro 8.19: Residuos EG2 segunda diferencia

Pese al intento, se comprueba que los resultados son similares a la anterior regresión: los residuos obtienen un valor p todavía más elevado (0,6226), lo que conduce necesariamente a aceptar la raíz unitaria de los residuos. En este caso, se cumple la condición (a) de

variables cointegradas -eliminando la variable demografía- pero sigue sin poder cumplirse la (b) en términos de EG.

Sin embargo, y a la vista de los resultados obtenidos en la segunda diferenciación, consiguiendo variables cointegradas  $I(2)$ , se procede a calcular el contraste de Johansen. Para empezar, se determina el número de retardos óptimo, resultando un número de 8 (de nuevo, los resultados de esta sección se encuentran en el octavo anexo: Segunda diferenciación [.8]), a lo que se debe restar 1 unidad para cumplir con los criterios del modelo VECM, resultando por tanto un total de 7 retardos. También se aboga por utilizar el término de constante restringida, considerando que los tipos de interés sean  $I(2)$  pero sin deriva ni tendencia. En este caso, se utilizan en el modelo las 4 variables que han dado resultados positivos en cuanto a estacionariedad según el estadístico KPSS<sup>5</sup>.

Hipótesis Nula (rango)	Valor p	Aceptación/Rechazo	Conclusión
No hay (0) cointegración	0,0000	Rechazo $H_0$	Cointegración
Al menos hay (1) cointegración	0,0037	Rechazo $H_0$	No (1) cointegración
Al menos hay (2) cointegración	0,3605	Acepto $H_0$	Cointegración
Al menos hay (3) cointegración	0,5641	Acepto $H_0$	Cointegración

Cuadro 8.20: Resumen Johansen segunda diferencia

Se observa que en el rango 0 y en el rango 1 se rechaza la hipótesis nula al 5 % de significación (esto es, se rechaza la hipótesis nula de que existe en el modelo 0 cointegración y al menos 1 cointegración). Por otro lado, no se rechaza la hipótesis en los rangos 2 y 3 (todos sus valores son superiores a 0,05), por tanto, se puede afirmar que entre las variables existe cointegración o relación de asociación a lo largo de las series de las variables.

En este punto, cabe tomar una decisión. Recuérdese que, para que el test de Johansen ampare la continuación del análisis, se deben cumplir dos requisitos: estacionariedad en las variables y estacionariedad en los residuos del modelo. La primera condición se cumple, pero, según el test de Engle y Granger, los residuos no son estacionarios. Por ello, y con el objetivo final de poder proporcionar algún resultado cercano a la rigurosidad pretendida durante este trabajo, se decide continuar analizando el comportamiento de los residuos y calculando su posible estacionariedad a través del test ADF (el cual es menos restrictivo que el test de Engle y Granger al no utilizar los valores de Davidson y MacKinnon).

Para ello, se extrae la serie residual del modelo del estadístico de mínimos cuadrados

<sup>5</sup>Otra opción que se podría llevar a cabo es reducir el nivel de confianza al 90 %, con el fin de incluir en el modelo las 5 variables estacionarias según KPSS. Sin embargo, y dado que durante todo el trabajo se ha mantenido un nivel de significación del 0.05, se decide no modificarlo.

ordinarios (MCO) en segunda diferenciación (se guardan con el nombre de *uhat5*) y se empieza por analizar su comportamiento gráfico.

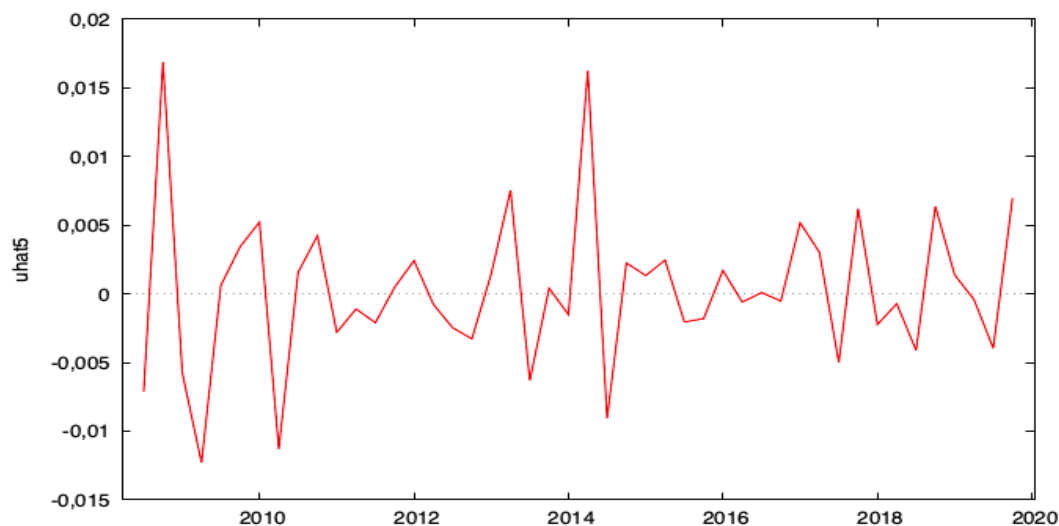


Figura 8.8: Gráfica residuos segunda diferencia

Se observa que, aparentemente, no existe tendencia determinista y todos los valores se sitúan alrededor de 0, dato que, atendiendo a la teoría de la serie de residuos, ya se conocía con anterioridad a su análisis: estas series sitúan sus valores alrededor del 0 y no pueden tener tendencia, a diferencia de las series originarias X e Y.

A continuación, el test ADF concluye si existe o no estacionariedad en los residuos (ver gráfica completa en el octavo anexo: segunda diferenciación [.8]).

Variable	Estadístico de contraste	Valor p	Decisión	Conclusión
uhat5	-8,13295	2,03e-13	Rechazo Ho	Cointegrada

Cuadro 8.21: Residuos ADF segunda diferencia

Comprobado el significativo valor de p, procede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al nivel de significación del 5 %: según ADF, los residuos de la variable están cointegrados, no poseen raíz unitaria, y son, por tanto, estacionarios -la serie residual es  $I(0)$ -.

### Resultados segunda diferenciación

El análisis realizado en este apartado, sobre las variables en su segunda diferenciación, ha arrojado resultados positivos que otorgan la validez teórica necesaria para continuar. En este caso, los resultados se han conseguido a través del contraste de Johansen, con un

modelo final compuesto por 4 variables en su segunda diferenciación, eliminando del modelo la variable demografía por no tener resultados positivos en términos de estacionariedad. A través de este test, se ha comprobado que existe cointegración entre las variables del modelo, o que estas están asociadas a lo largo del tiempo de su serie temporal. Para verificar la validez del modelo, el análisis de los residuos a través del test ADF ha sido positivo en cuanto a su estacionariedad.

En definitiva, en la segunda diferenciación, a pesar de que no se han conseguido los mejores resultados en el test EG, se han obtenido cuatro series estacionarias  $I(2)$  -algo que no sucedía en los precedentes análisis-, y validez residual a través del test ADF. Con estos resultados procede realizar el modelo VECM (ya no VAR) para hallar el término de error, a lo que se dedica la siguiente sección.

## 8.7. Modelo de corrección del error (VECM)

El último paso para llegar al modelo final lo constituye, en este caso y a la vista de los resultados anteriores, el modelo de corrección del error (VECM). Como se ha explicado, ya no es posible continuar a través del modelo VAR propuesto inicialmente porque ni las variables son originalmente estacionarias ni el test de Johansen ampara su utilización por existir entre las variables integración a lo largo del tiempo.

El problema de utilizar, en este caso, el modelo VAR, puede surgir porque, a corto plazo -que es el objeto principal de análisis del VAR-, pueden existir desequilibrios al hallar posibles relaciones. En otras palabras, pueden presentar no relación a corto plazo pero sí a largo plazo, y si esto sucede y no se corrige, los resultados obtenidos no serían válidos. Para corregir esto, lo que VECM realiza es un análisis similar al modelo VAR pero especificando un vector de cointegración, teniendo en cuenta la relación a largo plazo entre las variables (y ya no a corto, exclusivamente). Este vector de cointegración constituye la pieza angular del modelo VECM, generando estimadores consistentes para la correcta aplicación de sus resultados, imprescindibles a la vista de los datos de este trabajo.

Para hallar este estadístico, se selecciona el orden de retardos óptimo calculado anteriormente (7) y rango de cointegración 2, nuevamente con constante restringida, siguiendo las decisiones y resultados obtenidos a través del test de Johansen. Como resultado, VECM devuelve un análisis diferenciado en dos partes: la primera está dedicada al cálculo del vector de error teniendo en cuenta las condiciones del conjunto del modelo; en la segunda parte realiza un análisis de las regresiones que produce cada una de las variables sobre las restantes, incluyendo todos los retardos seleccionados de cada una de ellas, y

proporcionando numerosos datos de cada una de las relaciones que se establecen (una gráfica, como se puede estimar, considerablemente grande). Los resultados, a grandes rasgos, se pueden resumir en las siguientes tablas (el estadístico completo se encuentra en el noveno anexo: Modelo VECM [.9]).

	PIBpc	Migración	Tasa empleo	Productividad
PIBpc	-	Relación (5, 6)	No relación	No relación
Migración	No relación	-	No relación	No relación
Tasa empleo	Relación (6)	Relación (1, 5, 6)	-	No relación
Productividad	No relación	Relación (1)	Relación (6)	-

Cuadro 8.22: Resumen VECM

	R-cuadrado	R-cuadrado corregido	Durbin-Watson	Conclusión
PIBpc	0,953379	0,852366	1,418158	Incertidumbre
Migración	0,994631	0,982998	1,878149	No autocorrelación
Tasa empleo	0,987967	0,961895	2,123147	No autocorrelación
Productividad	0,992226	0,975383	1,687776	Incertidumbre

Cuadro 8.23: Resumen 2 VECM

Con una significación del 5 % (nivel de confianza del 95 %), se comprueba que, sobre la variable PIBpc, no existen resultados significativos en la mayoría de los retardos de las 4 variables, produciéndose cierta incidencia sobre la variable migración en los retardos 5 y 6. Por otro lado, presenta un R-cuadrado corregido considerablemente elevado (0,85), resultado que puede deberse al mal planteamiento del modelo, o, siendo positivos, a que un cambio en el conjunto de las variables del modelo produce tal respuesta en la variable de migración. También el test de Durbin-Watson, que analiza la autocorrelación del modelo (esto es, en otras palabras, asegura si el modelo cumple el supuesto de independencia de las variables o, en cambio, si presentan autocorrelación entre sí), presenta un resultado que conduce a una situación de incertidumbre, encontrándose su valor (1,42) entre los valores de aceptación y rechazo según los valores críticos de DW (1,29 y 1,52, respectivamente).

La segunda regresión de migración, no tiene ningún resultado significativo al 5 % (sí tiene, al 10 %, sobre PIBpc, empleo y productividad). Los resultados R-cuadrado son todavía más elevados que en el análisis de migración (0,98), y el test de Durbin-Watson se sitúa en el umbral de no rechazo (1,88), lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de que la autocorrelación sea igual a 0.

Por otro lado, la variable tasa de empleo arroja resultados significativos en PIBpc y migración, lo cual conduce a afirmar la efectiva relación entre ellas y su sensibilidad a los cambios que sucedan. Mantiene un R-cuadrado elevado, de 0,96, y el estadístico Durbin-Watson es positivo (2,12) -y el más elevado de todas las ecuaciones-, permitiendo no rechazar la hipótesis nula de autocorrelación igual a 0.

Por último, la variable productividad mantiene relación con las variables migración y empleo. Su R-cuadrado es el más alto de todas las regresiones (0,98), y el estadístico de Durbin-Watson (1,69) lo sitúa en el umbral de incertidumbre según los valores de DW, el cual no permite ni rechazar ni no rechazar la hipótesis nula, aunque cabe tener en cuenta, como se aprecia, que su valor está mucho más próximo a la zona de no rechazo que a la de rechazo.

Por tanto, se puede resumir que sobre la variable PIBpc sí afectan los cambios que se produzcan en la variable migración; sobre la variable migración, no afecta ninguna de las restantes variables del modelo; sobre la variable tasa de empleo pesan los cambios que se produzcan en PIBpc y migración, y sobre la variable productividad influyen las variables migración y tasa de empleo. A través de los estadísticos de Durbin-Watson, las cuatro regresiones pueden ser válidas por situarse sus valores en la zona de no rechazo de la hipótesis nula (esto es, autocorrelación igual a 0), o por situarse en la zona de incertidumbre, de no rechazo ni rechazo. Sin embargo, recordando la definición del término espúreo, se comprueba que efectivamente estos resultados poseen en la mayor parte de los casos estadísticos Durbin-Watson inferiores a 2, lo que conduce a mantener serias dudas sobre la validez del modelo.

Por ello, además del análisis realizado, el modelo VECM permite comprobar su validez recurriendo a otros test incorporados, como lo son el contraste de heteroscedasticidad (ARCH) y el test de normalidad de residuos.

### **Prueba de heteroscedasticidad ARCH**

El test ARCH ostenta la hipótesis nula de que existe en el modelo residuos homoscedásticos (por tanto, no heteroscedásticos). Nótese que, para que el modelo sea válido, las variables tienen que presentar un comportamiento homoscedástico, esto es, varianza constante, uno de los requisitos imprescindibles para la estacionariedad.



Contraste de ARCH de orden hasta 2			
	LM	df	p-value
lag 1	95,119	100	0,6193
lag 2	198,624	200	0,5142

Figura 8.9: Resultados ARCH

Se observa que, de acuerdo con los resultados obtenidos, no se puede rechazar la hipótesis nula, por tanto, se puede afirmar que las regresiones presentan carácter homoscedástico (presentan varianza constante).

### Análisis de normalidad de distribución de los residuos

Esta prueba se realiza a través del estadístico de Doornik-Hansen, cuya hipótesis nula afirma la efectiva normalidad, que es la situación deseada para poder defender la validez del modelo.

Matriz de correlación de los residuos, C (4 x 4)			
1,0000	-0,53132	0,58064	0,64032
-0,53132	1,0000	-0,60226	-0,085722
0,58064	-0,60226	1,0000	-0,24626
0,64032	-0,085722	-0,24626	1,0000
Valores propios de C			
0,00396283			
0,428273			
1,35235			
2,21542			
Contraste de Doornik-Hansen			
Chi-cuadrado(8) = 6,41119 [0,6013]			

Figura 8.10: Resultados normalidad

Se observa que el valor p es considerablemente alto (0,6013), por lo que no se puede rechazar (y por tanto, se acepta) la hipótesis nula de distribución normal de los residuos.

### Resultados prueba VECM

En esta sección, y contra todo pronóstico, se ha podido dar respuesta al objeto de análisis de este trabajo, confirmando que el modelo final no presenta problemas de heteroscedasticidad o ausencia de normalidad. Obtener errores de este tipo, daría lugar directamente a afirmar que los resultados son espúreos y no deberían de tener mayor repercusión, más allá de su mejora y cuidado.

Con todo, y pese a los resultados positivos obtenidos, cabe tener en cuenta que el análisis efectuado en la segunda diferenciación de las variables no puede gozar, y de hecho, no goza, de la misma calidad que se obtendría de realizar el mismo análisis en las variables originarias (si estas fueran, en todo caso, estacionarias). Esta situación, junto con valores de Durbin y Watson no concluyentes, conduce a la necesidad de tener sumo cuidado en la interpretación de los resultados, teniendo presente que, a la vista de las pruebas realizadas, no gozan plenamente de los supuestos requeridos para su buen funcionamiento.

Por otra parte, los resultados obtenidos en las regresiones, especialmente en las variables de migración y PIBpc, que, recuérdese, forman las dos variables iniciales del modelo, no permiten dar respuesta a parte de las respuestas planteadas, a salvo de que permiten tímidamente afirmar que sí existe relación de la variable migración en el PIBpc. Esto significa que, para poder buscar las respuestas correctas, es necesario reformular la teoría de investigación al completo, y, en todo caso, aumentar la muestra y el número de observaciones para evitar topar con los límites de los estadísticos por falta de grados de libertad.

Pese a lo anterior, y a la vista de haber podido llegar al modelo final, superando las dificultades adheridas y tan características de las series temporales, se continúa con la siguiente y última sección de este capítulo, en la que se realiza un pequeño análisis predictivo de impulso-respuesta (sin intención de tener pretendida rigurosidad).

## 8.8. Análisis de impulso respuesta

Este análisis tiene por objeto representar el impacto que causa un shock (que es del tamaño de una desviación típica) en la innovación estructural de las restantes variables del modelo. En otras palabras, su sentido radica en ejemplarizar cuál es el comportamiento de cada una de las variables después de un cambio producido en cada una de las restantes (o, dicho de otro modo, predecir cómo responden a los impulsos, esto es, los cambios que se produce en otra variable).

Este tipo de análisis resultan especialmente interesantes para estimar el comportamiento futuro de las variables introducidas, utilizándose habitualmente para la predicción de fenómenos complejos (aunque en este trabajo, como ya se ha mencionado, no tienen dicha intención, solamente la de ejemplificar al lector su posible uso). Su estimación se realiza a partir de los datos que proporciona por el modelo VECM, presentándose los resultados de diferentes formas, siendo especialmente llamativa la combinación de gráficas.

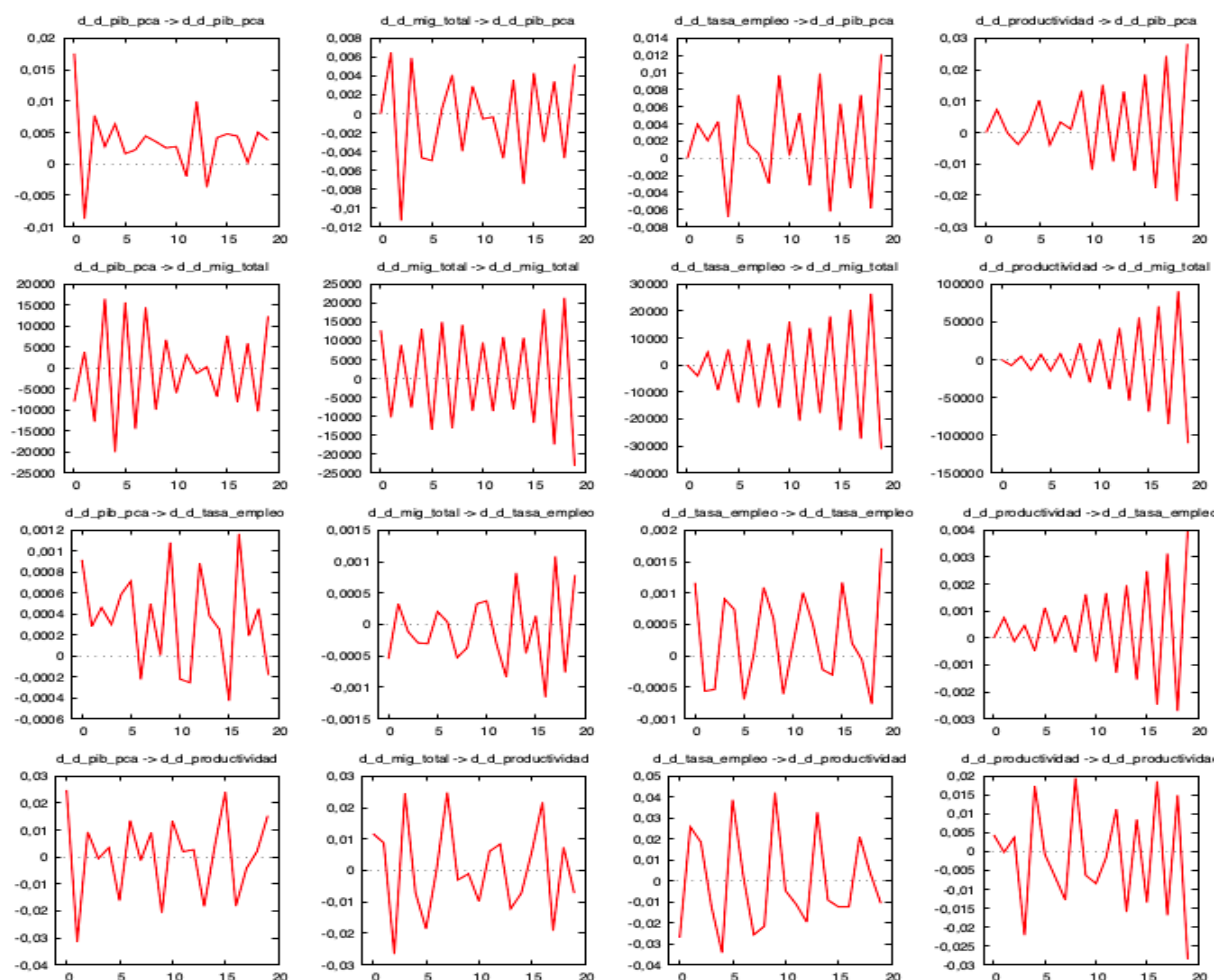


Figura 8.11: Análisis impulso respuesta

De las gráficas se observa que sus resultados no gozan de gran contundencia, pero, pese a ello, hay series que llaman especialmente la atención: por ejemplo, el cambio que se produce en la variable migración debido a las variaciones producidas en las variables productividad y tasa de empleo. Por otra parte, las gráficas que hacen referencia a los cambios que se producen entre el PIBpc o en migración no son visualmente concluyentes.

Otra forma de reflejar esta información, no tan intuitiva, es en la que se detallan numéricamente cada una de las respuestas esperadas debido a los cambios producidos en cada una de las variables (ver gráfica en el décimo anexo análisis impulso-respuesta [.10]).

## 8.9. Resultados

Del análisis estadístico realizado en todo el capítulo, se desglosan a continuación las decisiones y conclusiones más relevantes que se han tomado a la vista de los datos.

1. En primer lugar, se ha analizado la estacionariedad de las variables originarias (gráficas temporales, correlogramas y test Ljung-Box, ADF y KPSS). Al no ser estacionarias, se ha calculado el estadístico de Engle y Granger procurando obtener posible cointegración que permitiese continuar con el análisis, asimilado a una situación de estacionariedad entre todas las variables. Como no se han obtenido ni variables estacionarias ni cointegración residual, no se ha podido proceder a través del test de Johansen, pese a que estos resultados sí fueron positivos.
2. Se ha repetido el análisis en la primera diferenciación de las variables, sin éxito.
3. Se ha repetido el análisis en la segunda diferenciación, y es en este punto en el que se han obtenido variables estacionarias  $I(2)$  que han permitido la continuación del análisis pese a que el estadístico de EG continuó sin ser determinante. Únicamente la variable demografía no cumplió los requisitos de estacionariedad, por lo que se ha decidido eliminar del modelo.
4. Posteriormente, se ha analizado la posible existencia de cointegración entre las variables a lo largo del tiempo a través del test de Johansen, calculando a su vez la estacionariedad de los residuos a través del estadístico ADF (y no EG), por ser requisito imprescindible para poder continuar con el cálculo del modelo.
5. Al hallarse, en términos de Johansen, cointegración, se ha procedido a estimar el modelo VECM, comprobando su validez a través de los test ARCH y de normalidad de los residuos, arrojando nuevamente resultados positivos.
6. Por último, se ha estimado el análisis de impulso respuesta.

De todos los pasos realizados se llega a una conclusión clara: por la condición no estacionaria de las variables y su consecuente sometimiento a transformación hasta la segunda diferenciación, además de al eliminar una variable clave en el modelo, los resultados que se han podido obtener han perdido una considerable capacidad de análisis rigurosa, por lo que los datos aquí mostrados no deben de considerarse finales. De este modo, el análisis concluye que no existe entre la variable migración y PIBpc una relación clara, y de hecho, según estos resultados, ninguna de las variables propuestas en el modelo tiene una incidencia especial sobre el PIBpc, algo que no corresponde con la realidad -obviamente, la

tasa de empleo o la productividad son determinantes en el comportamiento del PIBpc-, lo cual permite afirmar, en definitiva, la necesidad de volver a configurar el modelo.

En este punto, también cabe reflexionar sobre las razones que han podido influir para no conseguir el resultado deseado, siendo las causas más habituales tanto la posible escasa muestra de datos que imposibilita parte de los análisis estadísticos ofreciendo seguridad en sus resultados, como el mal planteamiento del modelo por falta de variables fundamentales que expliquen efectivamente el comportamiento del PIBpc. Esta segunda cuestión es, desde luego, un hecho que no se conoce solamente cuando ya se ha realizado el precedente análisis, sino que es una condición que ha estado latente desde que se ha construido la teoría del trabajo: existen numerosas variables determinantes en el comportamiento del PIBpc, que no se han incluido en esta aproximación por razones de extensión y dificultad, y por procurar centrar el análisis de forma preferente en las variables migración y PIBpc.

En definitiva, con lo realizado se ha podido llegar al modelo final, cuyos resultados, aunque no sean concluyentes por no poseer las variables de todas las características deseadas, pueden permitir sentar una base de condiciones y características útiles para la continuación y perfeccionamiento de estudios académicos ligados a los movimientos migratorios, que es, en definitiva, el objeto de análisis de este trabajo.

En el capítulo siguiente, como parte final del análisis estadístico, se presenta un breve análisis regresivo siguiendo una metodología diferente (ARDL).



## Capítulo 9

# Modelo autorregresivo de retardos distribuidos (ARDL)

### 9.1. Introducción

El modelo ARDL, conocido así por sus siglas en inglés *Autoregressive Distributed Lag Model*, hace referencia a un modelo autorregresivo con retardos distribuidos, utilizado habitualmente para trabajar con series temporales. La clave de su técnica radica en que, al igual que el modelo VAR, funciona de modo autorregresivo, de forma que los valores de una variable se explican por los residuos de su propia serie temporal. Pero, a diferencia del modelo VAR, la prueba ARDL especifica previamente la posición de las variables en el modelo, de modo que representa un tipo de regresión -más común- donde la variable dependiente y los regresores están previamente determinados. En este caso, la variable dependiente es PIBpc, siendo las 3 variables restantes del modelo independientes.

Del mismo modo, su semejanza con el modelo VAR implica que, para que pueda ser utilizado correctamente, es necesario conocer el comportamiento de las variables y establecer, de ser necesario, el término de error correcto para eliminar posibles estimaciones sesgadas en los coeficientes: así, si las variables son originalmente estacionarias  $I(0)$  y sus residuos no están autocorrelacionados, su cálculo se puede realizar directamente a partir del cálculo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); en cambio, si existe autocorrelación, se debe hallar el término de error y asegurarse de que el mismo no tenga a su vez autocorrelación.

Para poder estimar el modelo ARDL, por tanto, es necesario realizar parte de los pasos ya efectuados en el capítulo anterior:

- En primer lugar, hallar a través de los test de raíz unitaria (ADF y KPSS) el término de

cointegración entre las variables -o, dicho de otro modo, estimar el número de veces que las variables tienen que ser diferenciadas para hacerlas estacionarias-. En este trabajo, como se ha demostrado, existen 4 variables  $I(2)$ .

- Posteriormente, se debe comprobar el comportamiento de los residuos de la regresión de cointegración a través del test EG: si los residuos no mantienen raíz unitaria (están cointegrados) se puede calcular el modelo final incluyendo el término de error; en caso contrario, como sucede en este trabajo, no es necesario hallar el término de error -pues nos encontramos en un escenario de 4 variables estacionarias que no tienen entre sí residuos correlacionados-.
- Al poseer el modelo 4 variables estacionarias, sin cointegración según el test de Engle y Granger, se procede a calcular el modelo a través de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sin más complicaciones, tomando las siguientes decisiones:
  1. Se añade la variable PIBpc, en su segunda diferenciación, con un retardo.
  2. Se añaden las restantes variables regresoras (independientes), en su segunda diferenciación, también con un retardo (migración, empleo y productividad).
  3. Se elimina el término constante del modelo.
- Como último paso, se procede a comprobar los resultados y la validez del modelo a través de los test de autocorrelación, heteroscedasticidad y normalidad.

Al análisis del modelo final a través del método de mínimos cuadrados ordinarios se dedica la siguiente sección.

## 9.2. Análisis del modelo

Conocidos los resultados que se han obtenido en el capítulo anterior (esto es, 4 variables  $I(2)$  y residuos no correlacionados según el test EG), y siguiendo los pasos especificados, se obtiene de calcular el MCO las siguientes conclusiones (los estadísticos completos de este capítulo se encuentran en el onceavo anexo: Análisis ARDL [.11]).

Variable	Coeficiente	valor p	Conclusión
Migración	1,47810e-07	0,0143	Relación
Empleo	24,3819	0,0089	Relación
Productividad	0,986757	0,0081	Relación

Cuadro 9.1: Análisis del modelo de retardos distribuidos autorregresivos (ARDL)



De los resultados obtenidos se observa que todas las variables independientes influyen en la variable PIBpc. El resultado de R-cuadrado es sorprendentemente bajo, si se compara con los resultados del modelo VECM: arroja un resultado de 0,469019, lo que puede implicar, a modo de ejemplo, que un cambio en las variables independientes produce casi un 47 % de cambio en la variable de PIBpc, dato que coincide con los antecedentes conocidos sobre la realidad económica. El estadístico de Durbin-Watson (2,180451) se sitúa en la zona de no rechazo, lo que conduce a afirmar que el modelo es considerablemente sólido por no poseer problema de autocorrelación.

Para verificar la validez del modelo, también se realizan las pruebas que propone directamente Gretl. En primer lugar, se analiza la posible autocorrelación a través de la prueba LM Breusch-Pagan: según el test Ljung-Box Q, el valor p es significativamente alto (0,823) por lo que se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación; el test ARCH confirma la homoscedasticidad de la regresión al no poder rechazar su hipótesis nula (p igual a 0,971669), y el test de normalidad arroja un resultado que permite confirmar la validez del modelo con un nivel de significación del 0.05 (0,07175).

### 9.3. Resultados

El modelo ARDL realizado arroja principalmente la siguiente conclusión: con los datos presentes y con la metodología aplicada, se puede afirmar que existe entre las variables PIBpc y migración cierta relación de asociación, y a su vez, entre el conjunto del modelo añadiendo las variables de control empleo y productividad.

A pesar de ello, y teniendo en cuenta la transformación que han tenido que sufrir las variables para que pudiesen ser utilizadas hasta su segunda diferenciación, estos resultados no deben de entenderse como definitivos, sino que deben interpretarse con el afán de sentar una pequeña base de partida que permita su continuación en estudios posteriores, ampliando el número de variables determinantes y el número de observaciones.



# **Parte V**

## **Conclusiones**



Este proyecto mantiene, como principal objetivo, responder a la pregunta de si es posible cuantificar, a través de la estadística, la influencia que tiene la inmigración en la riqueza de España. A la vista de los resultados del análisis, esta pregunta se responde en sentido afirmativo teniendo en cuenta que la estadística es una herramienta brillante que permite, con la debida dedicación y conocimientos, proporcionar respuestas de índole indefinida. Y este procedimiento se puede realizar de numerosas formas, no exclusivamente a través de los modelos propuestos. Pero, pese a lo anterior, los efectos económicos de la inmigración responden a tan numerosas variables, a veces no tan obvias, que hacen que este ejercicio sea, cuanto menos, extremadamente laborioso y difícil de conseguir, sobre todo si se atiende a las características temporales de las que gozan este tipo de datos, que hacen que la capacidad de respuesta se vaya reduciendo a medida que las variables se someten a transformación. Esta situación, junto a otras complicaciones como la de tener que eliminar u obviar del modelo variables determinantes por no cumplir los supuestos exigidos en términos estadísticos, como se ha hecho en este mismo trabajo, conducen a concluir que sí es posible cuantificar los efectos pero teniendo presente su complejidad.

En este trabajo, se ha calculado la relación a través de dos modelos, conocidos por sus siglas VAR (a través de su variante VECM) y ARDL por considerar que, entre las miles de opciones que ofrece la estadística, pueden representar correctamente la relación pretendida. Recurriendo a los resultados del análisis ARDL, es posible afirmar que existe relación entre el volumen de inmigrantes y la riqueza española, medida a través el PIBpc, aunque por otra parte, no ha sido posible cuantificar dicho efecto de forma precisa.

Por otra parte, el análisis VECM no ha arrojado el mismo resultado, sino que, a través de este modelo, señala que la variable PIBpc mantiene una relación positiva con la variable migración en varios de sus retardos, cosa que no ocurre de forma recíproca -la variable migración, según el modelo VECM, no mantiene relación con la variable PIBpc-. Por otra parte, el modelo VECM tampoco indica relación significativa entre variables que se conoce, con cierta notoriedad, mantienen relación, como por ejemplo, entre la tasa de empleo y la productividad<sup>1</sup>, lo que definitivamente conduce a afirmar que, a través de este primer análisis, no es posible responder satisfactoriamente a las cuestiones planteadas.

Esta situación se debe a varios motivos que han limitado la capacidad de respuesta. Entre ellos, cabe destacar la pérdida de calidad a la que se han sometido las variables en ambas pruebas estadísticas. La necesidad de llegar hasta una segunda diferenciación de cada una de las series de datos para obtener series manejables que cumplan los supuestos de estacionariedad exigidos, implica obtener resultados menos rigurosos, situación que

---

<sup>1</sup>A mayor tasa de empleo (ocupados/población en edad de trabajar), se incrementa, necesariamente, la tasa de productividad (PIBpc/ocupados), manteniendo ambas variables relación directa y positiva.

en el modelo VECM llama poderosamente la atención. Otro de los motivos se debe a utilizar una muestra que, aunque suficiente, no es elevada, lo que dificulta gran parte de los análisis estadísticos. Pero lo que más ha influido, especialmente sobre el resultado del modelo VECM es, sin duda, un planteamiento incompleto del modelo teórico, faltando variables determinantes e hipótesis imprescindibles, lo que deriva en una falta de resultados fiables, tal y como indican los estadísticos de Durbin y Watson que, aunque en ningún caso han sido negativos, se han situado en zonas de incertidumbre que no permiten afianzar la potencia de los datos obtenidos. Por ello, se insiste en que los resultados señalados no deben de entenderse en ningún caso como concluyentes o definitivos, requieren ser nuevamente formulados en aras de corregir las imperfecciones detectadas.

Por otra parte, en la revisión bibliográfica se ha comprobado que los estudios académicos precedentes cuyo caso es España son principalmente matemáticos -no estadísticos-, y estos también han sufrido dificultades, debido en gran parte a la complejidad característica de estos datos, arrojando en función del estudio resultados diferentes, a pesar de utilizar semejante metodología, la misma fuente de datos y similar periodo temporal. A través de estos informes, acompañados de los resultados aquí presentados, se entiende perfectamente la sensibilidad que cualquier análisis de este estilo ostenta, mereciendo un cuidado más que riguroso en su tratamiento y su correcta explicación al resto de interesados para que puedan efectivamente entender el camino recorrido hasta llegar a las conclusiones finales.

Otra conclusión que se extrae, respondiendo a otro de los objetivos planteados, una vez que se han analizado algunos de los estudios econométricos que existen sobre la materia, es la dificultad de no poder concretar una única forma de cuantificar los efectos de la inmigración, pudiendo analizarse a través de diversas técnicas, y ese puede ser el principal motivo por el que no exista, a día de hoy, informes académicos que unifiquen, formalmente, la opinión sobre la contribución de los inmigrantes en la economía de un país (a diferencia de los informes institucionales, en los que sí existe una teoría consensuada). Ejemplo de ello lo ocupa este mismo trabajo, en el que, con exactamente las mismas series de datos, se han obtenido resultados radicalmente opuestos al utilizar dos modelos de análisis diferentes. Por todo ello, es necesario tener presente las dificultades adheridas a este tipo de trabajos y adquirir capacidad crítica para detectar realmente dónde nacen las diferencias metodológicas. Que existan diversas técnicas para medir esta cuestión es algo positivo porque enriquece y acumula conocimiento, pero los resultados deben de observarse siempre con la debida cautela para no caer en errores, atendiendo a la dificultad de su cálculo y de las tantísimas cuestiones que, en función de las decisiones que tomen los

investigadores, cambian el curso del análisis y, por ende, sus resultados.

La cuestión migratoria ha sido analizada -y continúa siendo estudiada- desde tantas perspectivas y metodologías en todo el mundo, que resulta inabarcable conocer de manera fiel todas las investigaciones que existen al respecto. Pero, pese a ello, conviene reflexionar sobre cuáles son los motivos que conducen a que estos trabajos lleven a uno u otro resultado, además de las dificultades técnicas ya comentadas. En este sentido, recordando las recomendaciones de Naciones Unidas, la definición de los términos que se utilicen resulta crucial para observar el mismo objeto de estudio con el fin de poder comparar sus resultados. También la procedencia de los datos es relevante, prefiriendo en cualquier caso acudir a fuentes primarias que secundarias y, en caso de que esto no sea posible, utilizar fuentes de acceso público relevantes en la materia, analizando sus diferencias con otro tipo de fuentes semejantes con el fin de detectar si existen diferencias notables entre los datos que puedan causar finalmente resultados distintos. El periodo temporal escogido también es determinante, pues los mismos efectos pueden arrojar resultados positivos en un determinado periodo y negativos en otro, siendo imprescindible en este caso analizar el contexto en el que se desenvuelven los hechos, con el fin de detectar y aislar posibles causas que, estando latentes en un determinado periodo, influyan sobre el resto de factores en ese mismo periodo pero no sobre otros (una forma de ejemplificarlo es analizando este curioso año 2020 en el que posiblemente, por la crisis del Coronavirus, los resultados que se obtengan sean sustancialmente diferentes a otros años cercanos). Y también la determinación del caso es esencial, pues los efectos de la inmigración pueden arrojar resultados positivos, por ejemplo, a nivel nacional o global, y negativos en una escala inferior dentro de ese mismo espacio, u obtener diferentes resultados en función del espacio que se observe -puede que la contribución inmigrante en zonas con grandes extensiones de cultivo sea más elevada en comparación con otras urbes con poca presencia de inmigrantes, por ejemplo, o que la contribución sea más notable en ciertos sectores que en otros-. Por último, la determinación de las variables que se incluyen en el modelo, o los indicadores a través de los cuales se miden estos efectos, son causas fundamentales que determinan indudablemente el curso de la investigación y conducen a distintos resultados, y esta cuestión posiblemente sea la más difícil de superar para los investigadores, pues los efectos económicos de la inmigración pueden ser hallados de multitud de formas que resulta complejo -y no recomendable- consensuar un único procedimiento.

En definitiva, por todas las cuestiones mencionadas resulta imprescindible seguir formándose sobre las investigaciones ya realizadas y continuar investigando los efectos de la inmigración de una forma rigurosa, con el fin de alcanzar conclusiones plausibles. Esto

tampoco implica en ningún caso obviar o no tener en cuenta las bases teóricas de partida acuñadas por las instituciones y academias, pues estas proporcionan una previa formulación teórica que validan y retroalimentan las investigaciones empíricas que se realizan. Y justamente en mantener el equilibrio entre ambas técnicas puede residir el éxito.

En esta misma línea, conviene también tener presente las condiciones que ostenta España en comparación con otros países, sobre todo en cuanto a la comparación de trabajos científicos que se realizan sobre otros casos cuyas características son diferentes y cuya inferencia, por tanto, no es recomendable. España presenta desde hace décadas -desde los años 80 del siglo XX-, un acusado déficit demográfico, con tasas de natalidad muy bajas en términos comparativos y con una elevada esperanza de vida, lo que hace que las personas mayores aumenten considerablemente en número y en proporción (Defensor del Pueblo, 2018). Si se pretende que el Estado de Bienestar, tal y como se conoce, continúe funcionando para las siguientes generaciones, es necesario reformular con urgencia la estrategia a seguir, teniendo en este caso muy presentes los efectos de la inmigración, flujos que contribuyen de forma directa a que la tasa de crecimiento total de la población española no sea, cada vez, más reducida.

En definitiva, conocer y entender los efectos de los movimientos migratorios contribuye a realizar políticas públicas más acertadas. Y acercar dicho conocimiento a la población potencia críticas más informadas, situación que acabaría por reflejarse, en última instancia, en la percepción que se tiene de los inmigrantes.







## Referencias

- Anaya, S. M., Béjar, J. L. R., y Bautista, F. J. (2017). Diagnóstico de factores de riesgo del rechazo social a inmigrantes en un municipio del poniente almeriense según un modelo logit. *Revista de Paz y Conflictos*, 10(2), 235–263.
- Assembly United Nations, U. (2016). Agreement concerning the relationship between the united nations and the international organization for migration. *70th session, UN document A/70/976*, 8.
- Bloom, D. E., Sachs, J. D., Collier, P., y Udry, C. (1998). Geography, demography, and economic growth in africa. *Brookings papers on economic activity*, 1998(2), 207–295.
- Casado Francisco, M., Rabanal, G., de la Concepción, M., Molina Sánchez, L., y Oyarzun de Laiglesia, J. (2005). Análisis económico de la inmigración en españa: una propuesta de regulación.
- Consejo Económico y Social, C. (2019). *Informe 02/2019. la inmigración en españa: efectos y oportunidades*. Autor.
- D’Ancona, M. Á. C. (2002). La medición de las actitudes ante la inmigración: evaluación de los indicadores tradicionales deracismo". *Reis*, 87–111.
- Defensor del Pueblo, D. (2018). La situación demográfica en españa. *Defensor del Pueblo*, 113.
- Guisán, M. C., y cols. (2002). Causalidad y cointegración en modelos econométricos: aplicaciones a los países de la ocde y limitaciones de los tests de cointegración. *University of Santiago de Compostela Working Paper Series Economic Development*, 61.
- Gujarati, D. (2012). *Econometrics by example*. Macmillan.
- International Organization of Migration, I. (2018). *Global migration indicators 2018*. Global Migration Data Analysis Centre-IOM Berlin.
- Labour Migration Branch, I. (2015). Ilo global estimates on migrant workers: Results and methodology. *Geneva: International Labour Organisation (ILO)*.
- Landau, L. B., y Achiume, E. T. (2017). International migration report 2015: Highlights. *Development and Change*, 48(5), 1182–1195.
- Matés, R. M. V., López, X. P., y Vila, M. C. (2019). Medición del aporte de los inmigrantes al crecimiento económico: Algunos comentarios sobre la descomposición aditiva del producto interior bruto per cápita//immigration economic growth contribution measurement to economic growth: Some comments on the ad. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 27, 166–187.

- OECD, y Organization, I. L. (2018). *Cómo los inmigrantes contribuyen a la economía de los países en desarrollo*. Descargado de <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264291904-es> doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264291904-es>
- Organización Internacional para las Migraciones, O. (2006). Glosario sobre migración. *Derecho Internacional sobre Migración*(7), 1–92.
- Organización Internacional para las Migraciones, O. (2019). Glossary on migration. *IML Series*(34).
- Organización Internacional para las Migraciones, O. (2020). *Informe sobre las migraciones en el mundo 2020*. Organizacion Internacional para las Migraciones.
- Oyarzun, J. (2008). Causas y efectos económicos de la inmigración. un análisis teórico-empírico. *Papeles del este*, 17, 4–20.
- Popova, N., y Özel, M. H. (2018). *Ilo global estimates on international migrant workers: Results and methodology*. International Labour Office.
- Sebastián, M. (2006). Inmigración y economía española: 1996-2006. *Oficina Económica del Presidente del Gobierno. Madrid*.
- Seers, D., Schaffer, B., y Kiljunen, M.-L. (1981). *La europa subdesarrollada: estudios sobre las relaciones centro-periferia*. H. Blume.
- Serrano, M. d. P. P. (2019). El pacto mundial sobre los refugiados:: límites y contribución a la evolución del derecho internacional de los refugiados. *Revista electrónica de estudios internacionales (REEI)*(38), 2.
- Silva, C., Ramsenia, A., y Martínez, A. (2018). Migración: retos y oportunidades desde la perspectiva de los objetivos de desarrollo sostenible (ods). *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 8(16), 109–120.
- United Nations, U. (2013). Trends in international migrant stock: migrants by destination and origin. *United Nations*.
- United Nations Statistics Division, U. (1998). *Recommendations on statistics of international migration revision 1*. United Nations New York.
- United Nations Statistics Division, U. (2017). Handbook on measuring international migration through population censuses. *United Nations*, 48.
- United Nations Statistics Division, U. (2018). Demographic yearbook. *Statistical Dissemination Section, New York*.
- Verdugo Matés, R. M. (2017). La política española de inmigración y los intereses económicos de España en el extranjero. *Papeles de población*, 23(93), 127–150.





# **Anexos**





## .1. Autocorrelación

A continuación se muestran las gráficas correspondientes al análisis de autocorrelación Q efectuado sobre las series originarias.

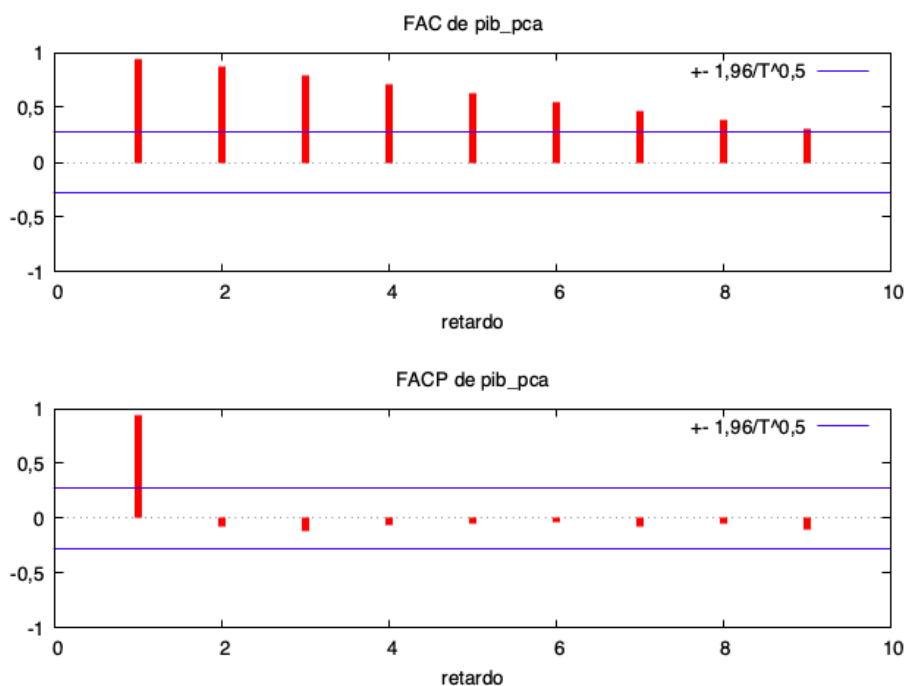


Figura 1: Correlograma PIBpc originario

Función de autocorrelación para pib\_pca  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,9365 ***		0,9365 ***		44,7888	[0,000]
2	0,8685 ***		-0,0703		84,1411	[0,000]
3	0,7902 ***		-0,1188		117,4415	[0,000]
4	0,7100 ***		-0,0542		144,9401	[0,000]
5	0,6288 ***		-0,0491		167,0086	[0,000]
6	0,5494 ***		-0,0324		184,2589	[0,000]
7	0,4666 ***		-0,0800		197,0041	[0,000]
8	0,3849 ***		-0,0484		205,8929	[0,000]
9	0,2984 **		-0,0960		211,3728	[0,000]

Figura 2: Correlograma (2) PIBpc originario

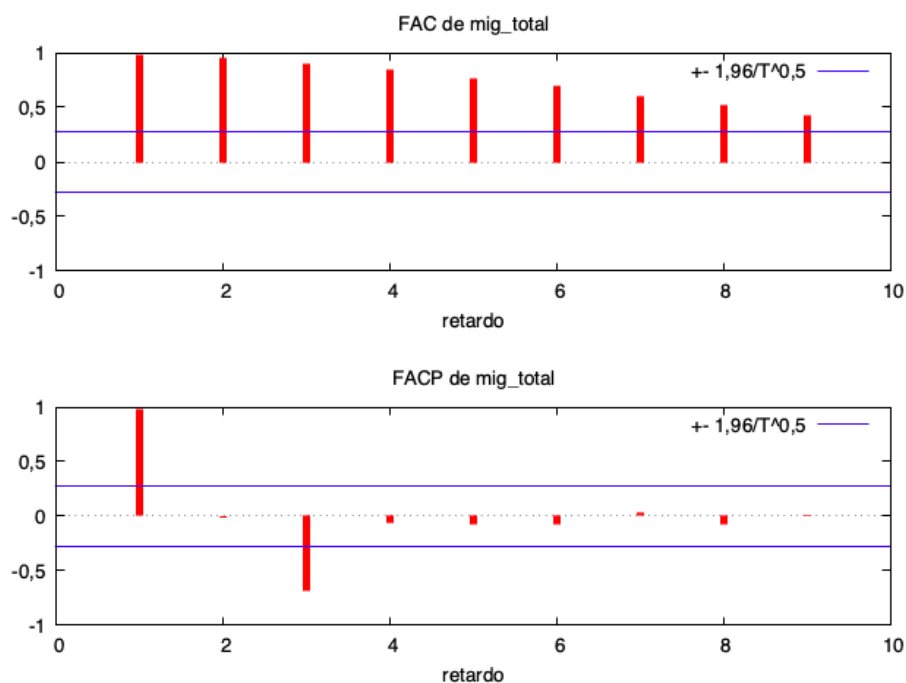


Figura 3: Correlograma migración originario

Función de autocorrelación para mig\_total  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0.5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,9765 ***		0,9765 ***		48,6921	[0,000]
2	0,9530 ***		-0,0119		96,0771	[0,000]
3	0,8982 ***		-0,6850 ***		139,1090	[0,000]
4	0,8435 ***		-0,0636		177,9170	[0,000]
5	0,7677 ***		-0,0764		210,8158	[0,000]
6	0,6920 ***		-0,0741		238,1795	[0,000]
7	0,6050 ***		0,0385		259,6081	[0,000]
8	0,5181 ***		-0,0686		275,7121	[0,000]
9	0,4274 ***		0,0071		286,9530	[0,000]

Figura 4: Correlograma (2) migración originario

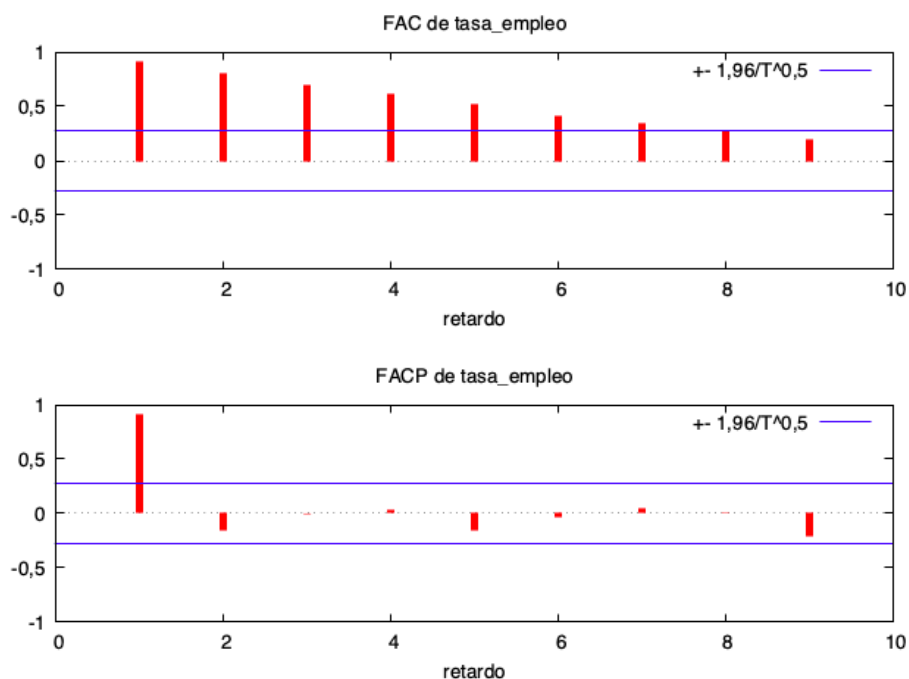


Figura 5: Correlograma empleo originario

Función de autocorrelación para tasa\_empleo  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,9088 ***		0,9088 ***		42,1707	[0,000]
2	0,7986 ***		-0,1565		75,4443	[0,000]
3	0,6961 ***		-0,0055		101,2907	[0,000]
4	0,6122 ***		0,0383		121,7322	[0,000]
5	0,5148 ***		-0,1505		136,5265	[0,000]
6	0,4172 ***		-0,0402		146,4707	[0,000]
7	0,3391 **		0,0515		153,2015	[0,000]
8	0,2788 *		0,0052		157,8669	[0,000]
9	0,1928		-0,2113		160,1548	[0,000]

Figura 6: Correlograma (2) empleo originario

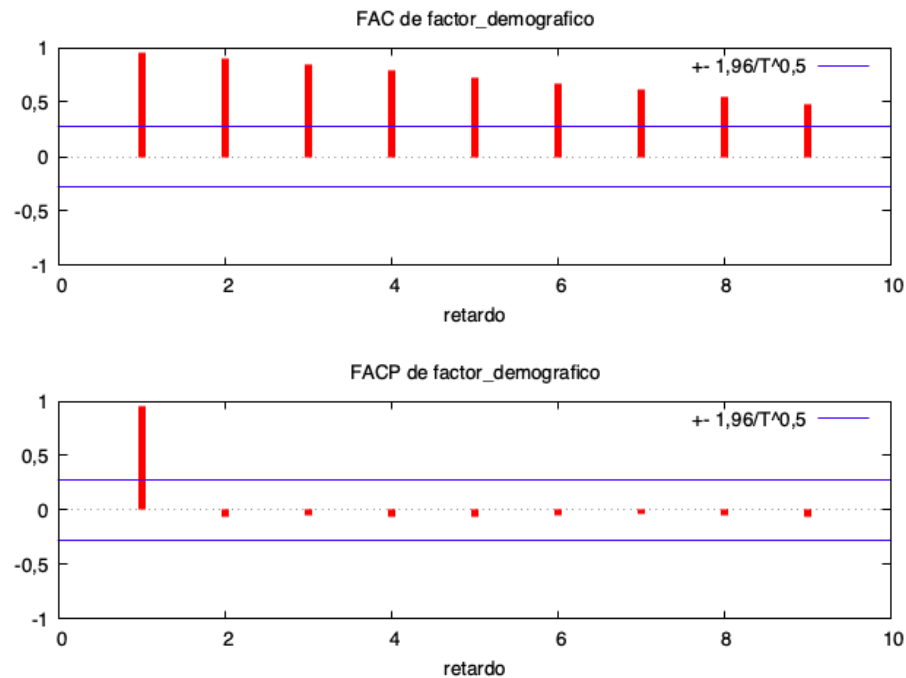


Figura 7: Correlograma demografía originario

Función de autocorrelación para factor\_demografico  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,9520 ***		0,9520 ***		46,2813	[0,000]
2	0,9003 ***		-0,0640		88,5749	[0,000]
3	0,8464 ***		-0,0503		126,7810	[0,000]
4	0,7899 ***		-0,0545		160,8150	[0,000]
5	0,7305 ***		-0,0606		190,6019	[0,000]
6	0,6698 ***		-0,0457		216,2410	[0,000]
7	0,6088 ***		-0,0380		237,9351	[0,000]
8	0,5469 ***		-0,0446		255,8831	[0,000]
9	0,4835 ***		-0,0550		270,2717	[0,000]

Figura 8: Correlograma (2) demografía originario

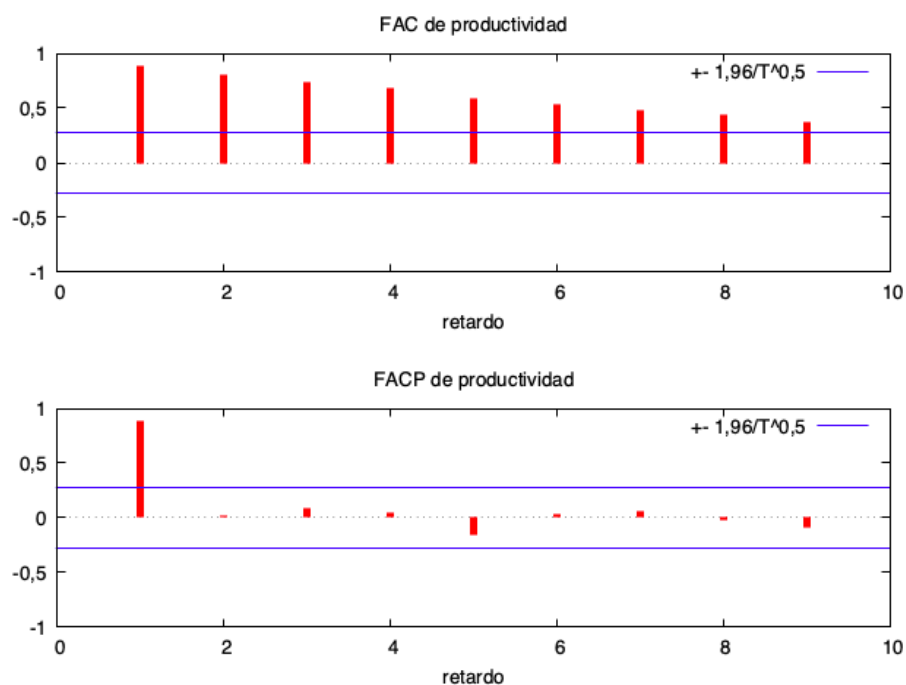


Figura 9: Correlograma productividad originario

Función de autocorrelación para productividad  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,8914	***	0,8914	***	40,5733	[0,000]
2	0,7982	***	0,0179		73,8184	[0,000]
3	0,7315	***	0,0812		102,3530	[0,000]
4	0,6785	***	0,0455		127,4628	[0,000]
5	0,5951	***	-0,1567		147,2267	[0,000]
6	0,5275	***	0,0273		163,1258	[0,000]
7	0,4828	***	0,0551		176,7733	[0,000]
8	0,4374	***	-0,0262		188,2547	[0,000]
9	0,3710	**	-0,0906		196,7249	[0,000]

Figura 10: Correlograma (2) productividad originario

## .2. Dickey-Fuller aumentado (ADF)

En este apartado se presentan los resultados correspondientes al análisis de Dickey-Fuller aumentado (ADF) en las variables originarias.

```

k = 9: AIC = -156,501
k = 8: AIC = -158,071
k = 7: AIC = -160,067
k = 6: AIC = -161,903
k = 5: AIC = -163,877
k = 4: AIC = -164,421
k = 3: AIC = -166,418
k = 2: AIC = -168,143
k = 1: AIC = -163,207
k = 0: AIC = -149,048

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para pib_pca
contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 48
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

contraste con constante
incluyendo 2 retardos de (1-L)pib_pca
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0071878
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -0,36092
valor p asintótico 0,9134
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,036
diferencias retardadas: F(2, 44) = 13,595 [0,0000]

Regresión aumentada de Dickey-Fuller
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)
Variable dependiente: d_pib_pca

```

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,0457104	0,117580	0,3888	0,6993	
pib_pca_1	-0,00718780	0,0199152	-0,3609	0,9134	
d_pib_pca_1	0,375834	0,138768	2,708	0,0096	***
d_pib_pca_2	0,380400	0,145441	2,615	0,0122	**

```

AIC: -168,143    BIC: -160,659    HQC: -165,315

```

Figura 11: ADF PIBpc (constante)

```

k = 9: AIC = -167,070
k = 8: AIC = -169,000
k = 7: AIC = -170,612
k = 6: AIC = -171,738
k = 5: AIC = -173,614
k = 4: AIC = -174,600
k = 3: AIC = -176,548
k = 2: AIC = -178,078
k = 1: AIC = -175,303
k = 0: AIC = -169,614

```

```

con constante y tendencia
incluyendo 2 retardos de (1-L)pib_pca
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0327978
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -1,70385
valor p asintótico 0,7499
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,071
diferencias retardadas: F(2, 43) = 6,375 [0,0038]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_pib\_pca

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,0646052	0,105175	0,6143	0,5423	
pib_pca_1	-0,0327978	0,0192492	-1,704	0,7499	
d_pib_pca_1	0,239661	0,129978	1,844	0,0721	*
d_pib_pca_2	0,281974	0,132959	2,121	0,0397	**
time	0,00178825	0,000513277	3,484	0,0011	***

AIC: -178,078    BIC: -168,722    HQC: -174,543

Figura 12: ADF PIBpc (constante y tendencia)

```

k = 9: AIC = 1143,94
k = 8: AIC = 1142,88
k = 7: AIC = 1145,80
k = 6: AIC = 1144,12
k = 5: AIC = 1152,49
k = 4: AIC = 1152,44
k = 3: AIC = 1150,47
k = 2: AIC = 1150,18
k = 1: AIC = 1232,82
k = 0: AIC = 1230,82

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para mig\_total  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 48  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 8 retardos de (1-L)mig_total
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0462775
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -2,24613
valor p asintótico 0,19
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,047
diferencias retardadas: F(8, 38) = 36,662 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
 Variable dependiente: d\_mig\_total

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	223999	99926,9	2,242	0,0309	**
mig_total_1	-0,0462775	0,0206032	-2,246	0,1900	
d_mig_total_1	-0,0444075	0,150075	-0,2959	0,7689	
d_mig_total_2	0,891287	0,139865	6,372	1,76e-07	***
d_mig_total_3	-0,0314640	0,172613	-0,1823	0,8563	
d_mig_total_4	0,330261	0,173554	1,903	0,0646	*
d_mig_total_5	0,0304275	0,179845	0,1692	0,8665	
d_mig_total_6	-0,666230	0,184684	-3,607	0,0009	***
d_mig_total_7	0,103676	0,144595	0,7170	0,4778	
d_mig_total_8	0,284894	0,140661	2,025	0,0499	**
AIC: 1142,88	BIC: 1161,59	HQC: 1149,95			

Figura 13: ADF migración (constante)



```

k = 9: AIC = 1139,22
k = 8: AIC = 1139,93
k = 7: AIC = 1144,92
k = 6: AIC = 1143,10
k = 5: AIC = 1151,49
k = 4: AIC = 1152,57
k = 3: AIC = 1150,76
k = 2: AIC = 1151,24
k = 1: AIC = 1234,07
k = 0: AIC = 1232,11

```

```

con constante y tendencia
incluyendo 9 retardos de (1-L)mig_total
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0317244
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -1,38991
valor p asintótico 0,8642
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,003
diferencias retardadas: F(9, 36) = 36,306 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_mig\_total

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	49112,4	134865	0,3642	0,7179	
mig_total_1	-0,0317244	0,0228249	-1,390	0,8642	
d_mig_total_1	-0,215520	0,158929	-1,356	0,1835	
d_mig_total_2	0,865128	0,133236	6,493	1,53e-07	***
d_mig_total_3	0,146192	0,194642	0,7511	0,4575	
d_mig_total_4	0,359023	0,165393	2,171	0,0366	**
d_mig_total_5	0,0857236	0,175451	0,4886	0,6281	
d_mig_total_6	-0,690440	0,175979	-3,923	0,0004	***
d_mig_total_7	-0,145475	0,208796	-0,6967	0,4904	
d_mig_total_8	0,360922	0,136914	2,636	0,0123	**
d_mig_total_9	0,209684	0,145018	1,446	0,1569	
time	1328,01	570,763	2,327	0,0257	**
AIC: 1139,22    BIC: 1161,67    HQC: 1147,7					

Figura 14: ADF migración (constante y tendencia)

```

k = 9: AIC = -316,756
k = 8: AIC = -318,700
k = 7: AIC = -318,107
k = 6: AIC = -319,885
k = 5: AIC = -319,414
k = 4: AIC = -317,051
k = 3: AIC = -266,389
k = 2: AIC = -265,880
k = 1: AIC = -265,133
k = 0: AIC = -266,307

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para tasa\_empleo  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 41  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 6 retardos de (1-L)tasa_empleo
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,00507759
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -0,213794
valor p asintótico 0,9344
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,015
diferencias retardadas: F(6, 33) = 18,517 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2009:4-2019:4 (T = 41)  
 Variable dependiente: d\_tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,00372892	0,0142987	0,2608	0,7959	
tasa_empleo_1	-0,00507759	0,0237499	-0,2138	0,9344	
d_tasa_empleo_1	0,335220	0,174676	1,919	0,0637	*
d_tasa_empleo_2	0,0747974	0,162909	0,4591	0,6491	
d_tasa_empleo_3	-0,0648664	0,0866772	-0,7484	0,4595	
d_tasa_empleo_4	0,784356	0,0879734	8,916	2,64e-10	***
d_tasa_empleo_5	-0,391350	0,162729	-2,405	0,0219	**
d_tasa_empleo_6	-0,0989298	0,153687	-0,6437	0,5242	
AIC: -336,07    BIC: -322,361    HQC: -331,078					

Figura 15: ADF empleo (constante)

```

k = 9: AIC = -329,530
k = 8: AIC = -329,718
k = 7: AIC = -331,686
k = 6: AIC = -330,844
k = 5: AIC = -323,337
k = 4: AIC = -318,892
k = 3: AIC = -274,701
k = 2: AIC = -276,630
k = 1: AIC = -271,384
k = 0: AIC = -273,195

```

```

con constante y tendencia
incluyendo 7 retardos de (1-L)tasa_empleo
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0460864
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -1,74091
valor p asintótico 0,7331
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,167
diferencias retardadas: F(7, 30) = 14,438 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MC0, usando las observaciones 2010:1-2019:4 (T = 40)  
 Variable dependiente: d\_tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,00809752	0,0136412	0,5936	0,5572	
tasa_empleo_1	-0,0460864	0,0264725	-1,741	0,7331	
d_tasa_empleo_1	0,249821	0,171083	1,460	0,1546	
d_tasa_empleo_2	0,165511	0,172734	0,9582	0,3456	
d_tasa_empleo_3	-0,120749	0,152136	-0,7937	0,4336	
d_tasa_empleo_4	0,681588	0,0962396	7,082	7,10e-08	***
d_tasa_empleo_5	-0,381302	0,151291	-2,520	0,0173	**
d_tasa_empleo_6	-0,297851	0,166367	-1,790	0,0835	*
d_tasa_empleo_7	0,0300001	0,158902	0,1888	0,8515	
time	0,000249854	0,000110061	2,270	0,0305	**
AIC: -332,53    BIC: -315,641    HQC: -326,423					

Figura 16: ADF empleo (constante y tendencia)

```

k = 9: AIC = -681,226
k = 8: AIC = -682,611
k = 7: AIC = -682,040
k = 6: AIC = -673,651
k = 5: AIC = -675,128
k = 4: AIC = -675,360
k = 3: AIC = -672,194
k = 2: AIC = -670,833
k = 1: AIC = -672,108
k = 0: AIC = -620,497

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para factor\_demografico  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 48  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 8 retardos de (1-L)factor_demografico
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0140595
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -3,85776
valor p asintótico 0,00238
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,041
diferencias retardadas: F(8, 38) = 19,430 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
 Variable dependiente: d\_factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,00928105	0,00242003	3,835	0,0005	***
factor_demogra~_1	-0,0140595	0,00364447	-3,858	0,0024	***
d_factor_demog~_1	0,570980	0,151006	3,781	0,0005	***
d_factor_demog~_2	0,138802	0,172251	0,8058	0,4254	
d_factor_demog~_3	-0,106170	0,167266	-0,6347	0,5294	
d_factor_demog~_4	0,340590	0,154213	2,209	0,0333	**
d_factor_demog~_5	-0,104462	0,156753	-0,6664	0,5092	
d_factor_demog~_6	-0,391571	0,157668	-2,484	0,0175	**
d_factor_demog~_7	0,255674	0,166498	1,536	0,1329	
d_factor_demog~_8	0,205302	0,141974	1,446	0,1564	

AIC: -682,611    BIC: -663,899    HQC: -675,54

Figura 17: ADF demografía (constante)

```

k = 9: AIC = -679,326
k = 8: AIC = -680,639
k = 7: AIC = -680,267
k = 6: AIC = -672,890
k = 5: AIC = -673,960
k = 4: AIC = -673,725
k = 3: AIC = -670,679
k = 2: AIC = -669,666
k = 1: AIC = -671,392
k = 0: AIC = -639,673

```

```

con constante y tendencia
incluyendo 8 retardos de (1-L)factor_demografico
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0111142
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -0,545236
valor p asintótico 0,9815
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,045
diferencias retardadas: F(8, 37) = 10,529 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,00714487	0,0147453	0,4846	0,6309	
factor_demogra~_1	-0,0111142	0,0203843	-0,5452	0,9815	
d_factor_demog~_1	0,568711	0,153766	3,699	0,0007	***
d_factor_demog~_2	0,134178	0,177329	0,7567	0,4540	
d_factor_demog~_3	-0,106996	0,169555	-0,6310	0,5319	
d_factor_demog~_4	0,343206	0,157248	2,183	0,0355	**
d_factor_demog~_5	-0,105532	0,158977	-0,6638	0,5109	
d_factor_demog~_6	-0,392733	0,159933	-2,456	0,0189	**
d_factor_demog~_7	0,254241	0,168966	1,505	0,1409	
d_factor_demog~_8	0,200986	0,146808	1,369	0,1792	
time	2,25410e-06	1,53427e-05	0,1469	0,8840	

AIC: -680,639    BIC: -660,056    HQC: -672,861

Figura 18: ADF demografía (constante y tendencia)

```

k = 9: AIC = -76,2024
k = 8: AIC = -75,8671
k = 7: AIC = -76,6799
k = 6: AIC = -75,1247
k = 5: AIC = -75,5539
k = 4: AIC = -75,8612
k = 3: AIC = -66,2080
k = 2: AIC = -38,2062
k = 1: AIC = -24,5536
k = 0: AIC = -25,3852

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para productividad  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 40  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 7 retardos de (1-L)productividad
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0433609
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -1,28909
valor p asintótico 0,637
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,036
diferencias retardadas: F(7, 31) = 18,156 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MC0, usando las observaciones 2010:1-2019:4 (T = 40)  
 Variable dependiente: d\_productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,748200	0,517255	1,446	0,1581	
productividad_1	-0,0433609	0,0336368	-1,289	0,6370	
d_productividad_1	-0,320483	0,172377	-1,859	0,0725	*
d_productividad_2	-0,309523	0,174856	-1,770	0,0865	*
d_productividad_3	-0,277105	0,182982	-1,514	0,1401	
d_productividad_4	0,387853	0,165583	2,342	0,0258	**
d_productividad_5	-0,201427	0,172087	-1,170	0,2507	
d_productividad_6	-0,236708	0,171873	-1,377	0,1783	
d_productividad_7	-0,229609	0,170953	-1,343	0,1890	
AIC: -77,6016    BIC: -62,4017    HQC: -72,1058					

Figura 19: ADF productividad (constante)

```

k = 9: AIC = -76,2024
k = 8: AIC = -75,8671
k = 7: AIC = -76,6799
k = 6: AIC = -75,1247
k = 5: AIC = -75,5539
k = 4: AIC = -75,8612
k = 3: AIC = -66,2080
k = 2: AIC = -38,2062
k = 1: AIC = -24,5536
k = 0: AIC = -25,3852

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para productividad  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 40  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 7 retardos de (1-L)productividad
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0433609
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -1,28909
valor p asintótico 0,637
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,036
diferencias retardadas: F(7, 31) = 18,156 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MC0, usando las observaciones 2010:1-2019:4 (T = 40)  
 Variable dependiente: d\_productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,748200	0,517255	1,446	0,1581	
productividad_1	-0,0433609	0,0336368	-1,289	0,6370	
d_productividad_1	-0,320483	0,172377	-1,859	0,0725	*
d_productividad_2	-0,309523	0,174856	-1,770	0,0865	*
d_productividad_3	-0,277105	0,182982	-1,514	0,1401	
d_productividad_4	0,387853	0,165583	2,342	0,0258	**
d_productividad_5	-0,201427	0,172087	-1,170	0,2507	
d_productividad_6	-0,236708	0,171873	-1,377	0,1783	
d_productividad_7	-0,229609	0,170953	-1,343	0,1890	

AIC: -77,6016    BIC: -62,4017    HQC: -72,1058

Figura 20: ADF productividad (constante y tendencia)

### .3. KPSS

Este capítulo recopila los resultados correspondientes al análisis KPSS de las variables originarias.

```

Regresión KPSS
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)
Variable dependiente: pib_pca

      Coeficiente   Desv. Típica   Estadístico t   valor p
-----
const      4,72524      0,229849        20,56          8,02e-25 ***
time       0,0161655      0,00295647        5,468          1,80e-06 ***

AIC: 17,251   BIC: 20,9934   HQC: 18,6652

Estimación robusta de la varianza: 0,276021
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 206,87

Contraste KPSS para pib_pca(incluyendo tendencia)

T = 48
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3
Estadístico de contraste = 0,325291

      10%      5%      1%
Valores críticos: 0,121  0,149  0,213
Valor p < .01
  
```

Figura 21: KPSS PIB



---

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:1–2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: mig\_total

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	6,47086e+06	205300	31,52	8,60e-33 ***
time	-20513,2	2640,71	-7,768	6,51e-10 ***

AIC: 1332,7    BIC: 1336,44    HQC: 1334,11

Estimación robusta de la varianza: 2,07353e+11  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 9,19457e+13

Contraste KPSS para mig\_total(incluyendo tendencia)

T = 48  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,192459

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,121	0,149	0,213
Valor p interpolado	0,023		

Figura 22: KPSS migración

---

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:1–2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,574173	0,0255624	22,46	1,96e-26 ***
time	0,000433912	0,000328801	1,320	0,1935

AIC: -193,594    BIC: -189,851    HQC: -192,179

Estimación robusta de la varianza: 0,00330696  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 2,41128

Contraste KPSS para tasa\_empleo(incluyendo tendencia)

T = 48  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,316472

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,121	0,149	0,213
Valor p < .01			

Figura 23: KPSS empleo

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)

Variable dependiente: factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,719215	0,00181240	396,8	5,93e-83 ***
time	-0,000729655	2,33124e-05	-31,30	1,17e-32 ***

AIC: -447,655 BIC: -443,912 HQC: -446,241

Estimación robusta de la varianza: 1,67065e-05

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 0,0110546

Contraste KPSS para factor\_demografico(incluyendo tendencia)

T = 48

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,287194

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,121	0,149	0,213

Valor p &lt; .01

Figura 24: KPSS demografía

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)

Variable dependiente: productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	11,4265	0,126878	90,06	2,23e-53 ***
time	0,0441743	0,00163199	27,07	6,66e-30 ***

AIC: -39,7921 BIC: -36,0497 HQC: -38,3778

Estimación robusta de la varianza: 0,0408372

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 18,9319

Contraste KPSS para productividad(incluyendo tendencia)

T = 48

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,201214

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,121	0,149	0,213

Valor p interpolado 0,017

Figura 25: KPSS productividad

## .4. Test EG

Esta sección recoge el análisis de Engle y Granger realizado sobre los residuos producidos por el modelo de variables originarias.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante –  
MCO, usando las observaciones 2008:1–2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: pib\_pca

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-10,2857	0,477283	-21,55	1,14e-24 ***
mig_total	4,21723e-08	6,59135e-09	6,398	9,63e-08 ***
tasa_empleo	9,68168	0,0266193	363,7	1,22e-76 ***
factor_demografi~	6,45423	0,602073	10,72	1,00e-13 ***
productividad	0,397062	0,00727227	54,60	2,36e-41 ***
Media de la vble. dep.	5,961899	D.T. de la vble. dep.	0,360591	
Suma de cuad. residuos	0,001444	D.T. de la regresión	0,005796	
R-cuadrado	0,999764	R-cuadrado corregido	0,999742	
Log-verosimilitud	181,7628	Criterio de Akaike	-353,5257	
Criterio de Schwarz	-344,1697	Crit. de Hannan-Quinn	-349,9900	
rho	0,594296	Durbin-Watson	0,747062	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat  
contrastar desde 7 retardos, con el criterio AIC  
tamaño muestral 43  
hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

modelo:  $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,367563  
Estadístico de contraste:  $\tau_{\text{c}}(5) = -3,15907$   
valor p asintótico 0,5017  
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,070  
diferencias retardadas:  $F(4, 38) = 7,139$  [0,0002]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Figura 26: Test EG de residuos (originarios)

## .5. Análisis de residuos

En este apartado se muestran los análisis de mínimos cuadrados ordinarios y test de Dickey-Fuller aumentado a través del cual se ha calculado el comportamiento de los residuos de las series originarias.

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-10,2857	0,477283	-21,55	1,14e-24 ***
mig_total	4,21723e-08	6,59135e-09	6,398	9,63e-08 ***
tasa_empleo	9,68168	0,0266193	363,7	1,22e-76 ***
factor_demografi~	6,45423	0,602073	10,72	1,00e-13 ***
productividad	0,397062	0,00727227	54,60	2,36e-41 ***
Media de la vble. dep.	5,961899	D.T. de la vble. dep.	0,360591	
Suma de cuad. residuos	0,001444	D.T. de la regresión	0,005796	
R-cuadrado	0,999764	R-cuadrado corregido	0,999742	
F(4, 43)	45475,18	Valor p (de F)	2,42e-77	
Log-verosimilitud	181,7628	Criterio de Akaike	-353,5257	
Criterio de Schwarz	-344,1697	Crit. de Hannan-Quinn	-349,9900	
rho	0,594296	Durbin-Watson	0,747062	

Figura 27: MCO residuos (originarios)

```

k = 9: AIC = -326,719
k = 8: AIC = -328,138
k = 7: AIC = -330,122
k = 6: AIC = -331,932
k = 5: AIC = -331,876
k = 4: AIC = -333,691
k = 3: AIC = -313,490
k = 2: AIC = -313,283
k = 1: AIC = -313,065
k = 0: AIC = -315,044

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat3  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 43  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 4 retardos de (1-L)uhat3
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,36339
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -3,04067
valor p asintótico 0,03129
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,073
diferencias retardadas: F(4, 37) = 6,966 [0,0003]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2009:2-2019:4 (T = 43)  
 Variable dependiente: d\_uhat3

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	-9,47648e-05	0,000451705	-0,2098	0,8350	
uhat3_1	-0,363390	0,119510	-3,041	0,0313	**
d_uhat3_1	0,00555137	0,144249	0,03848	0,9695	
d_uhat3_2	0,0554876	0,116030	0,4782	0,6353	
d_uhat3_3	-0,0148712	0,109406	-0,1359	0,8926	
d_uhat3_4	0,505952	0,103362	4,895	1,95e-05	***

AIC: -375,03    BIC: -364,463    HQC: -371,133

Figura 28: ADF residuos (originarios)

## .6. Análisis de Johansen

En esta sección se muestran los resultados del análisis de Johansen realizado sobre las variables originarias.

Sistema VAR, máximo orden de retardos 7

Los asteriscos de abajo indican los mejores (es decir, los mínimos) valores de cada criterio de información, AIC = criterio de Akaike, BIC = criterio bayesiano de Schwarz y HQC = criterio de Hannan-Quinn.

retardos	log.veros	p(RV)	AIC	BIC	HQC
1	7,31393		1,106638	2,360471	1,563214
2	85,20930	0,00000	-1,473624	0,825070	-0,636567
3	155,23017	0,00000	-3,669764	-0,326209	-2,452226
4	180,98688	0,00138	-3,706677	0,681739	-2,108658
5	224,00195	0,00000	-4,585461	0,847816	-2,606961
6	264,95057	0,00000	-5,363442	1,114696	-3,004461
7	427,61715	0,00000	-12,078885*	-4,555886*	-9,339424*

Figura 29: Selección del orden del var

Contraste de Johansen:

Número de ecuaciones = 5

Orden del retardo = 6

Periodo de estimación: 2009:3 - 2019:4 (T = 42)

Caso 2: Constante restringida

Log-verosimilitud = 383,475 (Incluyendo un término constante: 264,284)

Rango	Valor propio	Estad. traza	valor p	Estad. Lmáx	valor p
0	0,72024	164,19	[0,0000]	53,501	[0,0000]
1	0,70531	110,69	[0,0000]	51,317	[0,0000]
2	0,52542	59,373	[0,0000]	31,304	[0,0013]
3	0,41271	28,069	[0,0027]	22,354	[0,0030]
4	0,12723	5,7157	[0,2215]	5,7157	[0,2211]

Corregido por el tamaño muestral (gl = 11)

Rango	Estad. traza	valor p
0	164,19	[0,0002]
1	110,69	[0,0001]
2	59,373	[0,0013]
3	28,069	[0,0107]
4	5,7157	[0,2338]

valor propio	0,72024	0,70531	0,52542	0,41271	0,12723
--------------	---------	---------	---------	---------	---------

Figura 30: Análisis Johansen (1)

beta (vectores cointegrantes)						
mig_total	-3,0106e-05	3,2621e-05	3,2083e-05	-1,6472e-05	-2,8436e-05	
productividad	35,103	-49,824	-49,489	10,834	24,097	
pib_pca	-258,83	135,35	-132,27	-827,88	-341,40	
pib_pc	227,04	-125,98	147,07	810,24	351,89	
factor_demografi~	2531,6	-3564,7	-3798,3	1157,4	2005,6	
const	-1859,7	2894,3	3001,8	-728,60	-1606,5	
alfa (vectores de ajuste)						
mig_total	-6077,3	11554,	-5952,3	4589,5	-204,36	
productividad	0,011694	0,016150	0,015599	0,010357	-0,0034876	
pib_pca	0,0073037	0,0058263	0,0091136	0,0031200	0,0047214	
pib_pc	0,012013	0,0092454	0,0068457	-0,00064732	0,0046671	
factor_demografi~	-5,8010e-05	2,4373e-05	4,3257e-05	-1,8942e-05	-5,6075e-07	
beta renormalizado						
mig_total	1,0000	-6,5473e-07	-2,4257e-07	-2,0329e-08	-1,4178e-08	
productividad	-1,1660e+06	1,0000	0,37417	0,013371	0,012015	
pib_pca	8,5973e+06	-2,7166	1,0000	-1,0218	-0,17022	
pib_pc	-7,5415e+06	2,5284	-1,1119	1,0000	0,17545	
factor_demografi~	-8,4088e+07	71,545	28,717	1,4285	1,0000	
const	6,1772e+07	-58,090	-22,695	-0,89923	-0,80103	
alfa renormalizado						
mig_total	0,18296	-5,7565e+05	7,8729e+05	3,7186e+06	-4,0986e+05	
productividad	-3,5205e-07	-0,80467	-2,0632	8,3920	-6,9948	
pib_pca	-2,1988e-07	-0,29029	-1,2054	2,5280	9,4692	
pib_pc	-3,6167e-07	-0,46064	-0,90544	-0,52449	9,3603	
factor_demografi~	1,7464e-09	-0,0012144	-0,0057215	-0,015347	-0,0011246	

Figura 31: Análisis Johansen (2)

matriz de largo plazo (alfa * beta')						
	mig_total	productividad	pib_pca	pib_pc	factor_demografi~	const
mig_total	0,29911	-4,4961e+05	1,9432e+05	-64020,	-2,9059e+07	2,3858e+07
productividad	6,0382e-07	-1,1380	-10,288	10,079	-82,223	69,877
pib_pca	7,6926e-08	-0,33736	-6,5021	6,4540	-23,815	20,779
pib_pc	3,7513e-08	-0,27229	-3,8209	3,6874	-19,936	17,941
factor_demografi~	4,2573e-09	-0,0056102	0,028465	-0,025424	-0,42109	0,32298

Figura 32: Análisis Johansen (3)



## .7. Primera diferenciación

### Correlogramas

En primer término se presentan los resultados de los correlogramas de las variables en su primera diferencia.

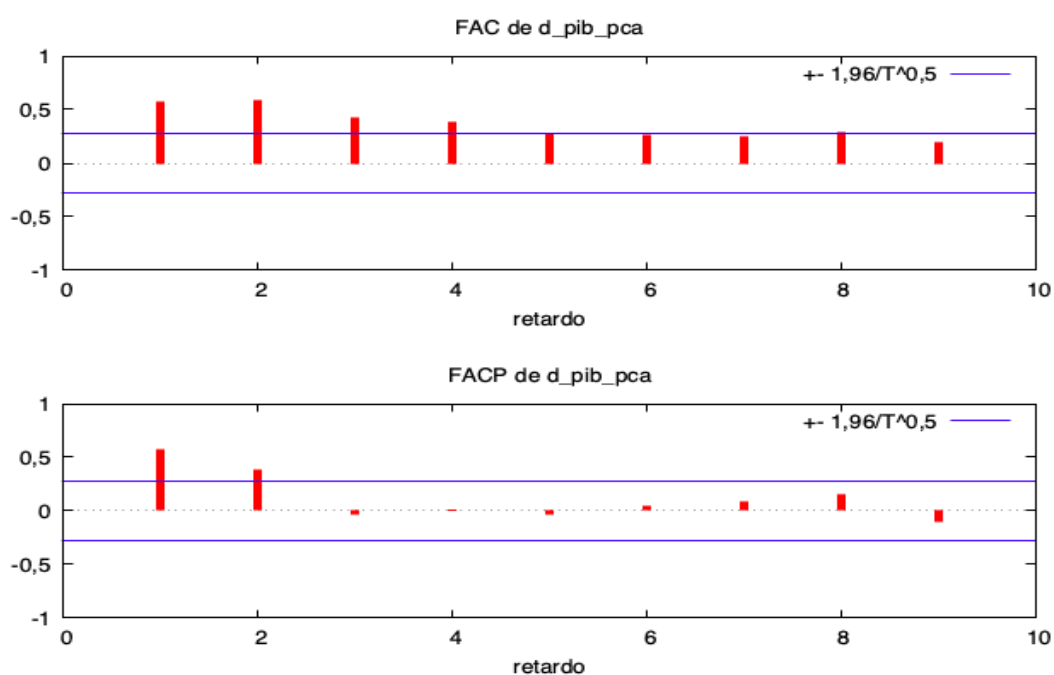


Figura 33: Correlograma PIB primera diferencia

Función de autocorrelación para d\_pib\_pca  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,5788	***	0,5788	***	17,1086	[0,000]
2	0,5938	***	0,3892	***	35,5079	[0,000]
3	0,4194	***	-0,0280		44,8898	[0,000]
4	0,3807	***	0,0125		52,7940	[0,000]
5	0,2728	*	-0,0342		56,9474	[0,000]
6	0,2600	*	0,0422		60,8113	[0,000]
7	0,2442	*	0,0897		64,3019	[0,000]
8	0,2973	**	0,1525		69,6035	[0,000]
9	0,2007		-0,1036		72,0811	[0,000]

Figura 34: Correlograma PIB primera diferencia (2)



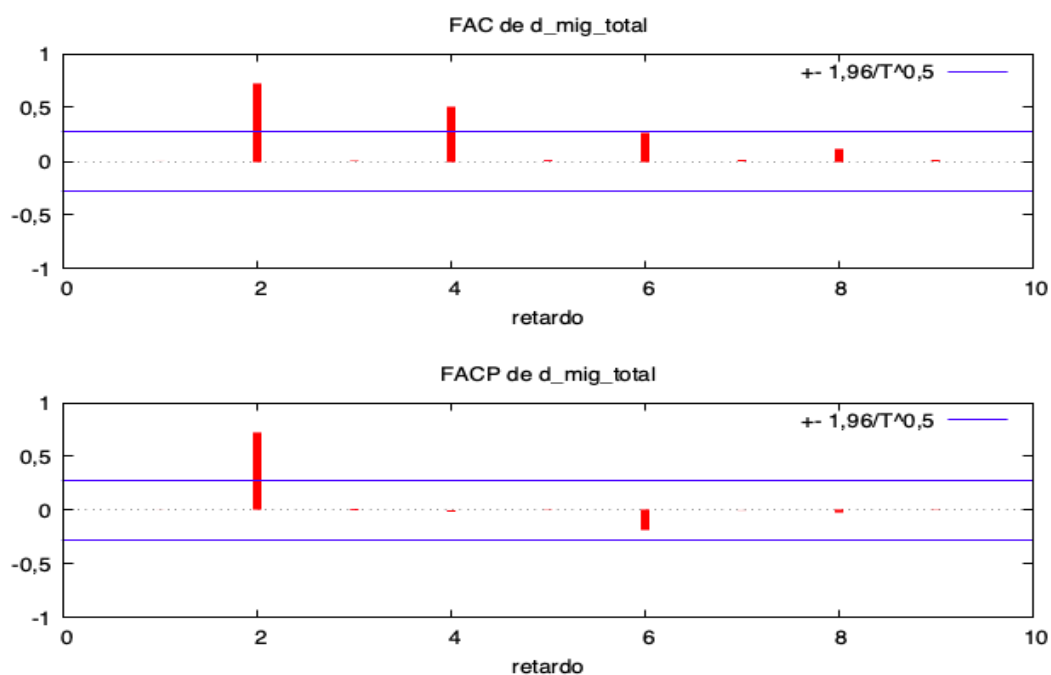


Figura 35: Correlograma migración primera diferencia

Función de autocorrelación para d\_mig\_total  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,0008		0,0008		0,0000	[0,996]
2	0,7165 ***		0,7165 ***		26,7825	[0,000]
3	0,0056		0,0099		26,7841	[0,000]
4	0,5080 ***		-0,0109		40,8594	[0,000]
5	0,0095		0,0039		40,8645	[0,000]
6	0,2697 *		-0,1857		45,0213	[0,000]
7	0,0113		-0,0015		45,0287	[0,000]
8	0,1156		-0,0191		45,8302	[0,000]
9	0,0124		0,0034		45,8397	[0,000]

Figura 36: Correlograma migración primera diferencia (2)

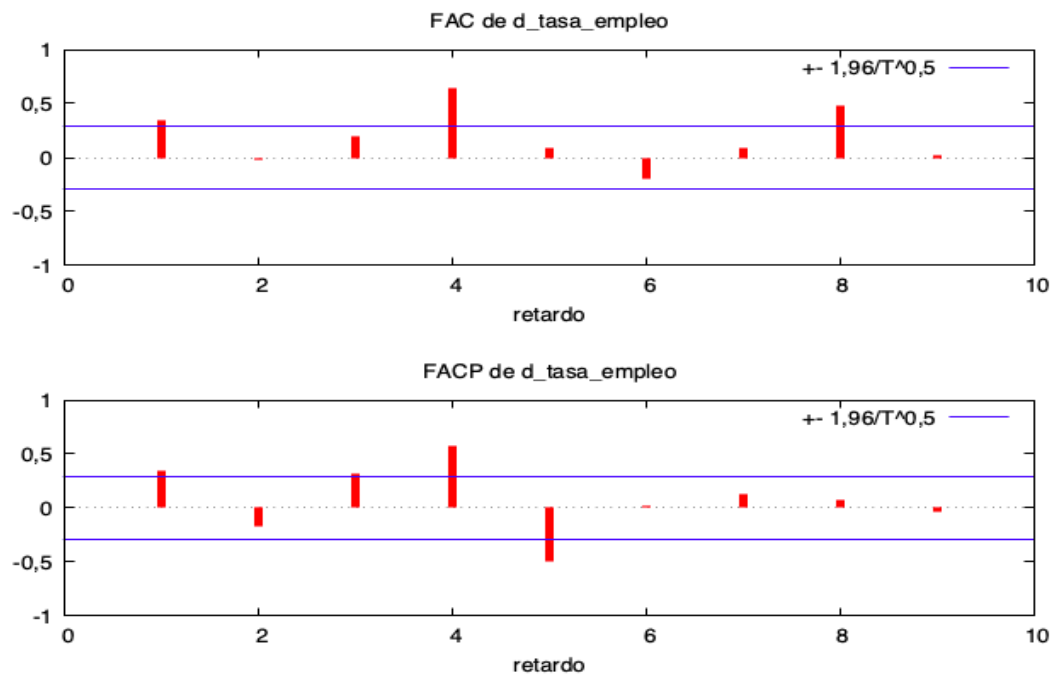


Figura 37: Correlograma empleo primera diferencia

Función de autocorrelación para d\_tasa\_empleo  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,3459	**	0,3459	**	5,9904	[0,014]
2	-0,0260		-0,1655		6,0251	[0,049]
3	0,2009		0,3137	**	8,1374	[0,043]
4	0,6483	***	0,5710	***	30,6477	[0,000]
5	0,0932		-0,4932	***	31,1243	[0,000]
6	-0,1956		0,0176		33,2744	[0,000]
7	0,0839		0,1231		33,6797	[0,000]
8	0,4832	***	0,0757		47,4678	[0,000]
9	0,0246		-0,0363		47,5043	[0,000]

Figura 38: Correlograma empleo primera diferencia (2)

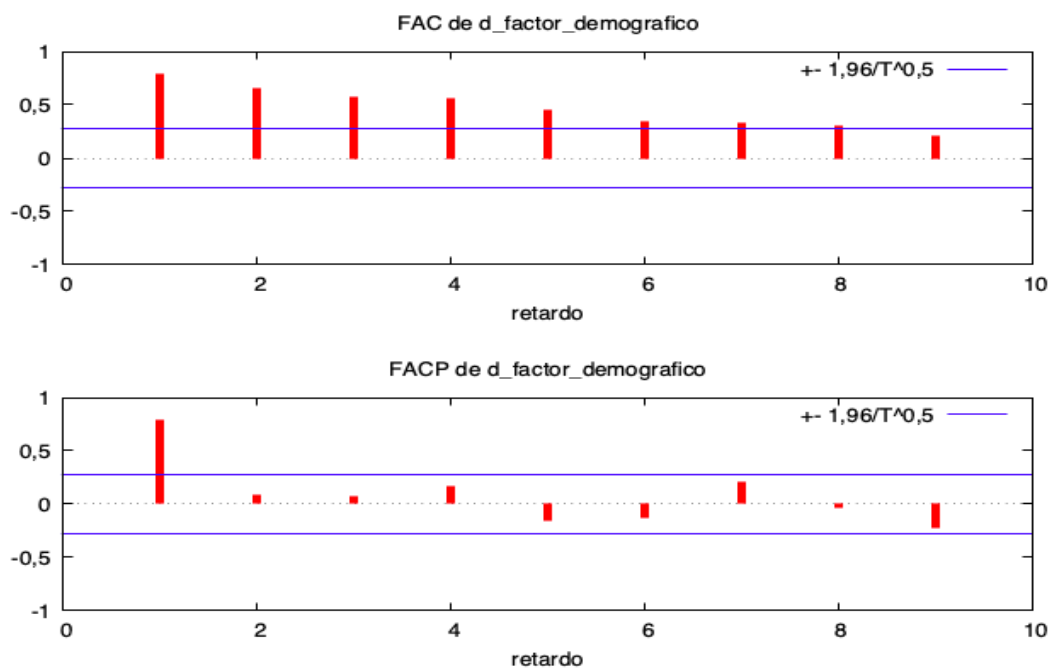


Figura 39: Correlograma demografía primera diferencia

Función de autocorrelación para d\_factor\_demografico  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0.5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	0,7928	***	0,7928	***	32,0947	[0,000]
2	0,6621	***	0,0904		54,9656	[0,000]
3	0,5769	***	0,0755		72,7166	[0,000]
4	0,5566	***	0,1661		89,6140	[0,000]
5	0,4564	***	-0,1532		101,2407	[0,000]
6	0,3397	**	-0,1225		107,8364	[0,000]
7	0,3318	**	0,2024		114,2823	[0,000]
8	0,3102	**	-0,0338		120,0554	[0,000]
9	0,2043		-0,2226		122,6249	[0,000]

Figura 40: Correlograma demografía primera diferencia (2)

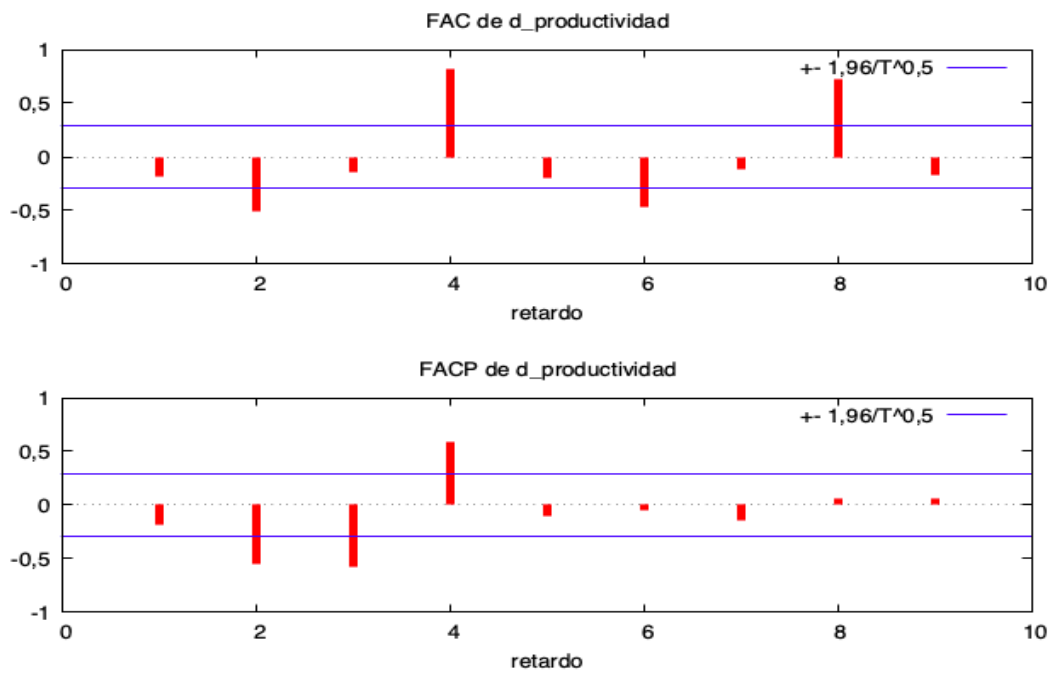


Figura 41: Correlograma productividad primera diferencia

Función de autocorrelación para d\_productividad  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0.5}$

RETARDO	FAC	FACP	Estad-Q.	[valor p]
1	-0,1837	-0,1837	1,6893	[0,194]
2	-0,5022 ***	-0,5547 ***	14,5965	[0,001]
3	-0,1402	-0,5762 ***	15,6252	[0,001]
4	0,8133 ***	0,5850 ***	51,0511	[0,000]
5	-0,2016	-0,1004	53,2795	[0,000]
6	-0,4608 ***	-0,0538	65,2070	[0,000]
7	-0,1107	-0,1460	65,9131	[0,000]
8	0,7215 ***	0,0641	96,6511	[0,000]
9	-0,1700	0,0556	98,4026	[0,000]

Figura 42: Correlograma productividad primera diferencia (2)

**Análisis ADF**

A continuación se presentan los resultados del test ADF de las variables en su primera diferenciación.

```
k = 9: MAIC = -6,41949
k = 8: MAIC = -6,43558
k = 7: MAIC = -6,49398
k = 6: MAIC = -6,45590
k = 5: MAIC = -6,49623
k = 4: MAIC = -6,55317
k = 3: MAIC = -6,60963
k = 2: MAIC = -6,56562
k = 1: MAIC = -6,54012
k = 0: MAIC = -5,89190
```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller (GLS) para d\_pib\_pca  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC modificado, Perron-Qu  
 tamaño muestral 44  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```
contraste con constante
incluyendo 3 retardos de (1-L)d_pib_pca
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,254633
Estadístico de contraste: tau = -1,9604
valor p asintótico 0,0478
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,105
diferencias retardadas: F(3, 40) = 3,421 [0,0262]
```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2009:1-2019:4 (T = 44)  
 Variable dependiente: d\_ydetrend

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
ydetrend_1	-0,254633	0,129888	-1,960	0,0478	**
d_ydetrend_1	-0,447339	0,171280	-2,612	0,0126	**
d_ydetrend_2	-0,00975510	0,176754	-0,05519	0,9563	
d_ydetrend_3	-0,00807052	0,149610	-0,05394	0,9572	

Estimaciones de MCG de  $b_0$ : 0,026623

Figura 43: ADF PIB (primera diferencia)

```

k = 9: MAIC = 21,1823
k = 8: MAIC = 21,1289
k = 7: MAIC = 21,0754
k = 6: MAIC = 21,2973
k = 5: MAIC = 21,2430
k = 4: MAIC = 21,3565
k = 3: MAIC = 21,3034
k = 2: MAIC = 21,2918
k = 1: MAIC = 21,2390
k = 0: MAIC = 24,4326

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller (GLS) para d\_mig\_total  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC modificado, Perron-Qu  
 tamaño muestral 40

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 7 retardos de (1-L)d_mig_total
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0310019
Estadístico de contraste: tau = -0,80196
valor p asintótico 0,3688
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,018
diferencias retardadas: F(7, 32) = 41,630 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2010:1-2019:4 (T = 40)  
 Variable dependiente: d\_ydetrend

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
ydetrend_1	-0,0310019	0,0386577	-0,8020	0,3688	
d_ydetrend_1	-0,961532	0,168607	-5,703	2,57e-06	***
d_ydetrend_2	0,0894664	0,234324	0,3818	0,7051	
d_ydetrend_3	0,0951588	0,212546	0,4477	0,6574	
d_ydetrend_4	0,562940	0,194177	2,899	0,0067	***
d_ydetrend_5	0,581410	0,218704	2,658	0,0122	**
d_ydetrend_6	-0,247810	0,234288	-1,058	0,2981	
d_ydetrend_7	-0,234749	0,163499	-1,436	0,1608	

Estimaciones de MCG de b0: 128786

Figura 44: ADF migración (primera diferencia)

```

k = 9: MAIC = -11,0876
k = 8: MAIC = -10,9126
k = 7: MAIC = -10,9748
k = 6: MAIC = -10,9092
k = 5: MAIC = -10,9194
k = 4: MAIC = -11,0599
k = 3: MAIC = -11,0142
k = 2: MAIC = -8,90013
k = 1: MAIC = -7,90028
k = 0: MAIC = -8,57610

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller (GLS) para d\_tasa\_empleo  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC modificado, Perron-Qu  
 tamaño muestral 37

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 9 retardos de (1-L)d_tasa_empleo
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,112729
Estadístico de contraste: tau = -0,800224
valor p asintótico 0,3696
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,078
diferencias retardadas: F(9, 27) = 16,319 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller

MCO, usando las observaciones 2010:4-2019:4 (T = 37)

Variable dependiente: d\_ydetrend

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
ydetrend_1	-0,112729	0,140872	-0,8002	0,3696	
d_ydetrend_1	-0,584178	0,210483	-2,775	0,0099	***
d_ydetrend_2	-0,259605	0,234893	-1,105	0,2788	
d_ydetrend_3	-0,299118	0,228426	-1,309	0,2014	
d_ydetrend_4	0,495756	0,188433	2,631	0,0139	**
d_ydetrend_5	0,325144	0,186645	1,742	0,0929	*
d_ydetrend_6	-0,226221	0,167478	-1,351	0,1880	
d_ydetrend_7	-0,222147	0,167340	-1,328	0,1955	
d_ydetrend_8	-0,0650311	0,158363	-0,4106	0,6846	
d_ydetrend_9	-0,256138	0,152537	-1,679	0,1047	

Estimaciones de MCG de  $b_0$ : -0,000435437

Figura 45: ADF empleo (primera diferencia)

```

k = 9: MAIC = -16,6155
k = 8: MAIC = -16,6790
k = 7: MAIC = -16,6979
k = 6: MAIC = -16,7430
k = 5: MAIC = -16,6086
k = 4: MAIC = -16,6554
k = 3: MAIC = -16,6899
k = 2: MAIC = -16,6772
k = 1: MAIC = -16,6775
k = 0: MAIC = -16,6759

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller (GLS) para d\_factor\_demografico  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC modificado, Perron-Qu  
 tamaño muestral 41

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 6 retardos de (1-L)d_factor_demografico
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0454813
Estadístico de contraste: tau = -0,671945
valor p asintótico 0,4263
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,020
diferencias retardadas: F(6, 34) = 1,938 [0,1029]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller

MCO, usando las observaciones 2009:4-2019:4 (T = 41)

Variable dependiente: d\_ydetrend

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
ydetrend_1	-0,0454813	0,0676861	-0,6719	0,4263	
d_ydetrend_1	-0,178528	0,163762	-1,090	0,2833	
d_ydetrend_2	-0,0488447	0,166032	-0,2942	0,7704	
d_ydetrend_3	-0,163445	0,165351	-0,9885	0,3299	
d_ydetrend_4	0,187501	0,165341	1,134	0,2647	
d_ydetrend_5	0,104321	0,163610	0,6376	0,5280	
d_ydetrend_6	-0,328111	0,156937	-2,091	0,0441	**

Estimaciones de MCG de b0: -0,0003209

Figura 46: ADF demografía (primera diferencia)



```

k = 9: MAIC = 37,0543
k = 8: MAIC = 35,8670
k = 7: MAIC = 45,0387
k = 6: MAIC = 60,9958
k = 5: MAIC = 32,8010
k = 4: MAIC = 23,4492
k = 3: MAIC = 15,0435
k = 2: MAIC = 63,8260
k = 1: MAIC = 7,27853
k = 0: MAIC = -0,508607

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller (GLS) para d\_productividad  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC modificado, Perron-Qu  
 tamaño muestral 46

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de (1-L)d_productividad
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
valor estimado de (a - 1): -1,1838
Estadístico de contraste: tau = -8,06399
valor p asintótico 3,208e-14
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,102

```

Regresión de Dickey-Fuller

MCO, usando las observaciones 2008:3-2019:4 (T = 46)

Variable dependiente: d\_ydetrend

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
ydetrend_1	-1,18380	0,146800	-8,064	3,21e-14 ***

Estimaciones de MCG de b0: 0,052885

Figura 47: ADF productividad (primera diferencia)

## Análisis KPSS

A continuación se presentan los resultados KPSS de las variables en su primera diferencia.

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,0138023	0,00748875	1,843	0,0716 *

AIC: -146,833    BIC: -144,962    HQC: -146,126

Estimación robusta de la varianza: 0,00704239  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 13,9391

Contraste KPSS para d\_pib\_pca

T = 48  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,859076

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723

Valor p < .01

Figura 48: KPSS PIB (primera diferencia)

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:1-2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_mig\_total

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	4847,35	12605,0	0,3846	0,7023

AIC: 1229,44    BIC: 1231,31    HQC: 1230,15

Estimación robusta de la varianza: 1,28476e+10  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 8,88264e+12

Contraste KPSS para d\_mig\_total

T = 48  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,30008

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723

Valor p > .10

Figura 49: KPSS migración (primera diferencia)

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:2–2019:4 (T = 47)  
Variable dependiente: d\_tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-0,000262502	0,00117281	-0,2238	0,8239

AIC: -319,019    BIC: -317,169    HQC: -318,323

Estimación robusta de la varianza: 0,000100809  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 0,185237

Contraste KPSS para d\_tasa\_empleo

T = 47  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,831831

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723

Valor p < .01

Figura 50: KPSS empleo (primera diferencia)

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:1–2019:4 (T = 48)  
Variable dependiente: d\_factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-0,000618296	6,06871e-05	-10,19	1,75e-13 ***

AIC: -609,114    BIC: -607,242    HQC: -608,406

Estimación robusta de la varianza: 5,43481e-07  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 0,000886124

Contraste KPSS para d\_factor\_demografico

T = 48  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,707665

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723

Valor p interpolado 0,012

Figura 51: KPSS demografía (primera diferencia)

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:2-2019:4 (T = 47)

Variable dependiente: d\_productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,0499201	0,0238011	2,097	0,0415 **

AIC: -36,048    BIC: -34,1979    HQC: -35,3518

Estimación robusta de la varianza: 0,00396528

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 2,77557

## Contraste KPSS para d\_productividad

T = 47

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,316871

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723
Valor p > .10			

Figura 52: KPSS productividad (primera diferencia)

**Test EG**

Por último, se muestran los resultados del test de Engle y Granger.

Etapla 6: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -

MCO, usando las observaciones 2008:2-2019:4 (T = 47)

Variable dependiente: d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,00561797	0,00149836	3,749	0,0005	***
d_mig_total	-5,23531e-09	1,05653e-08	-0,4955	0,6228	
d_tasa_empleo	9,20183	0,130733	70,39	3,21e-45	***
d_factor_demograp~	13,2392	1,99768	6,627	4,97e-08	***
d_productividad	0,370097	0,00594942	62,21	5,48e-43	***
Media de la vble. dep.	0,013334	D.T. de la vble. dep.	0,052342		
Suma de cuad. residuos	0,000634	D.T. de la regresión	0,003887		
R-cuadrado	0,994966	R-cuadrado corregido	0,994486		
Log-verosimilitud	196,8141	Criterio de Akaike	-383,6281		
Criterio de Schwarz	-374,3774	Crit. de Hannan-Quinn	-380,1470		
rho	0,124627	Durbin-Watson	1,744186		

Etapla 7: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat

incluyendo 4 retardos de (1-L)uhat

tamaño muestral 42

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

modelo:  $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,533217

Estadístico de contraste:  $\tau_c(5) = -2,16715$

valor p asintótico 0,9115

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,012

diferencias retardadas:  $F(4, 37) = 2,417$  [0,0659]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

(a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y

(b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Figura 53: EG primera diferencia

## .8. Segunda diferenciación

### Correlograma

Este apartado comienza presentando los gráficos correspondientes a los análisis del correlograma.

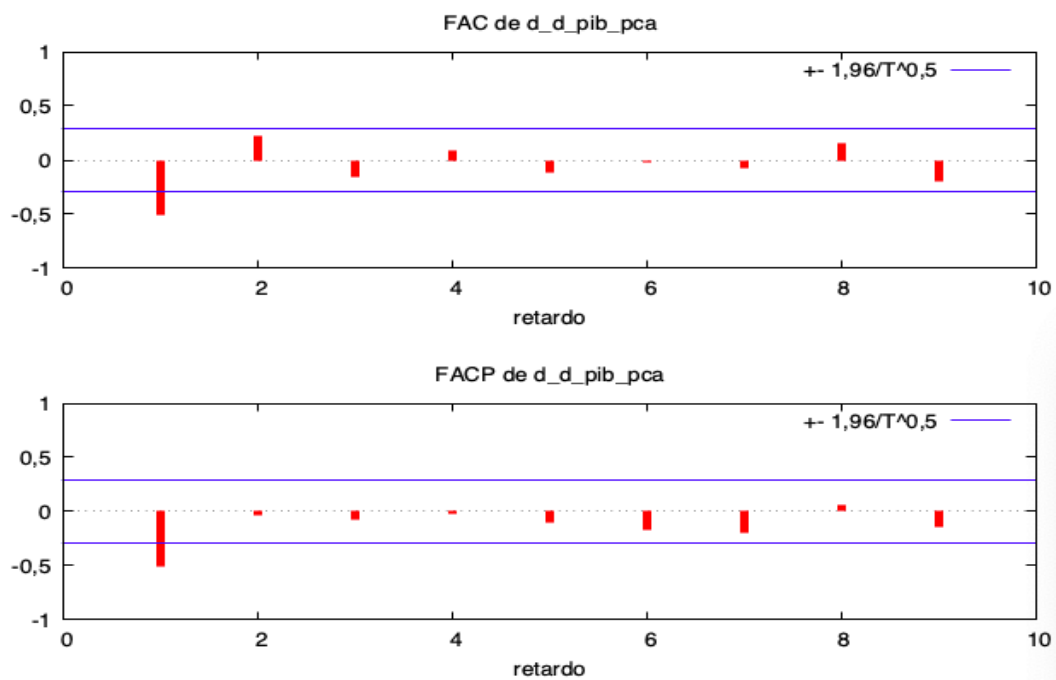


Figura 54: Correlograma PIB segunda diferencia

Función de autocorrelación para d\_d\_pib\_pca  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	-0,5025	***	-0,5025	***	12,6430	[0,000]
2	0,2258		-0,0358		15,2525	[0,000]
3	-0,1586		-0,0791		16,5698	[0,001]
4	0,0896		-0,0213		16,9996	[0,002]
5	-0,1172		-0,0984		17,7531	[0,003]
6	-0,0214		-0,1687		17,7788	[0,007]
7	-0,0695		-0,1947		18,0566	[0,012]
8	0,1583		0,0599		19,5364	[0,012]
9	-0,2024		-0,1377		22,0203	[0,009]

Figura 55: Correlograma PIB segunda diferencia (2)

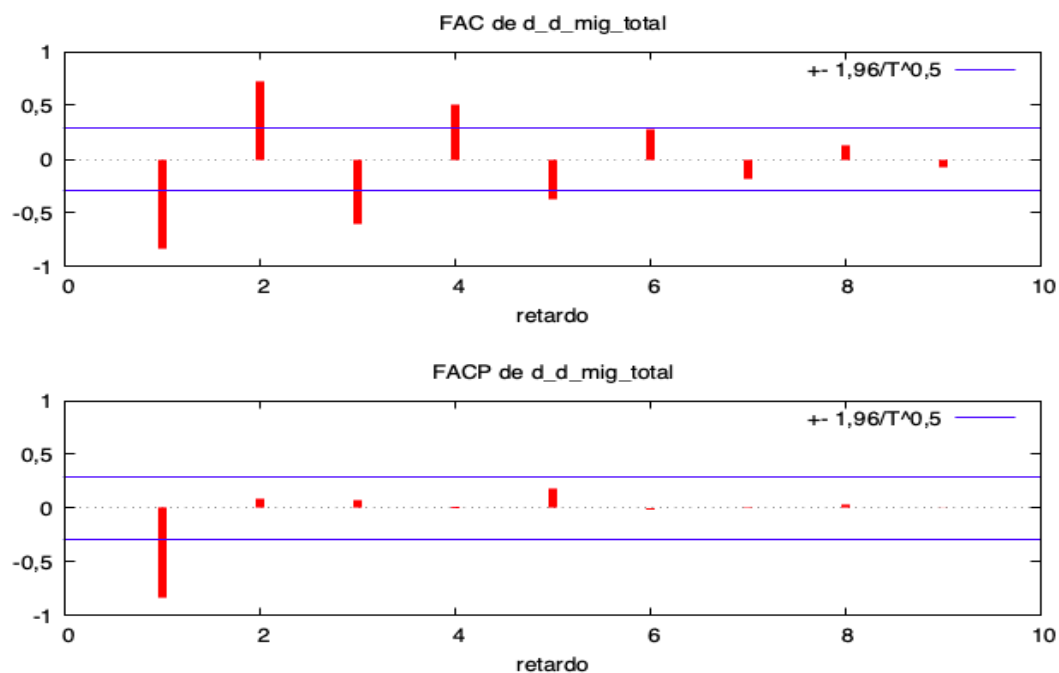


Figura 56: Correlograma migración segunda diferencia

Función de autocorrelación para d\_d\_mig\_total  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	-0,8362	***	-0,8362	***	35,0091	[0,000]
2	0,7258	***	0,0883		61,9700	[0,000]
3	-0,6047	***	0,0753		81,1099	[0,000]
4	0,5107	***	0,0098		95,0808	[0,000]
5	-0,3744	**	0,1822		102,7673	[0,000]
6	0,2735	*	-0,0129		106,9692	[0,000]
7	-0,1847		0,0052		108,9328	[0,000]
8	0,1297		0,0363		109,9261	[0,000]
9	-0,0758		0,0017		110,2742	[0,000]

Figura 57: Correlograma migración segunda diferencia (2)

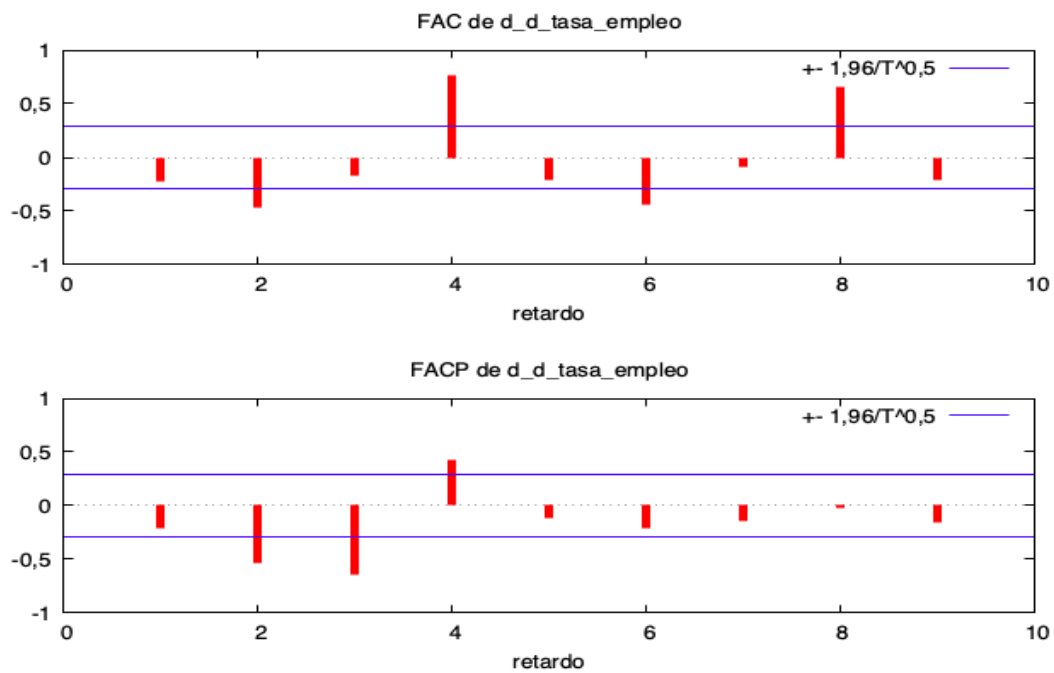


Figura 58: Correlograma empleo segunda diferencia

Función de autocorrelación para d\_d\_tasa\_empleo  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0.5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	-0,2162		-0,2162		2,2930	[0,130]
2	-0,4653	***	-0,5371	***	13,1555	[0,001]
3	-0,1636		-0,6404	***	14,5306	[0,002]
4	0,7687	***	0,4267	***	45,5958	[0,000]
5	-0,2059		-0,1158		47,8783	[0,000]
6	-0,4409	***	-0,2038		58,6071	[0,000]
7	-0,0823		-0,1383		58,9902	[0,000]
8	0,6573	***	-0,0261		84,0950	[0,000]
9	-0,2054		-0,1576		86,6129	[0,000]

Figura 59: Correlograma empleo segunda diferencia (2)



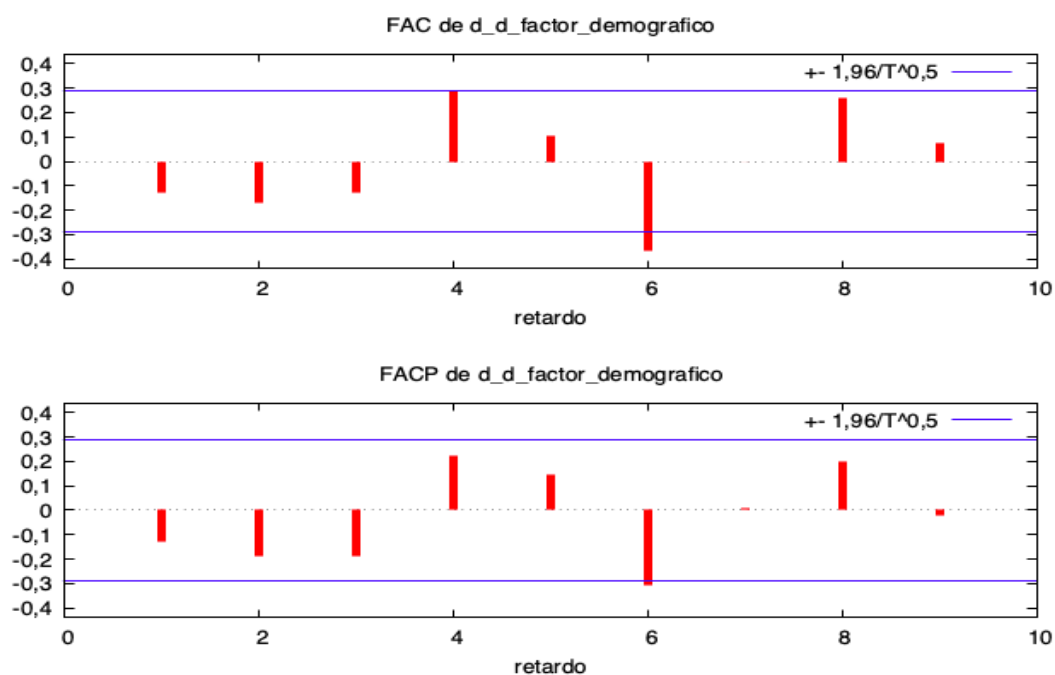


Figura 60: Correlograma demografía segunda diferencia

Función de autocorrelación para d\_d\_factor\_demografico  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC	FACP	Estad-Q. [valor p]	
1	-0,1304	-0,1304	0,8512	[0,356]
2	-0,1672	-0,1874	2,2817	[0,320]
3	-0,1298	-0,1899	3,1641	[0,367]
4	0,2913 **	0,2248	7,7078	[0,103]
5	0,1014	0,1467	8,2717	[0,142]
6	-0,3668 **	-0,3077 **	15,8293	[0,015]
7	-0,0003	0,0066	15,8293	[0,027]
8	0,2588 *	0,1970	19,7831	[0,011]
9	0,0753	-0,0203	20,1264	[0,017]

Figura 61: Correlograma demografía segunda diferencia (2)

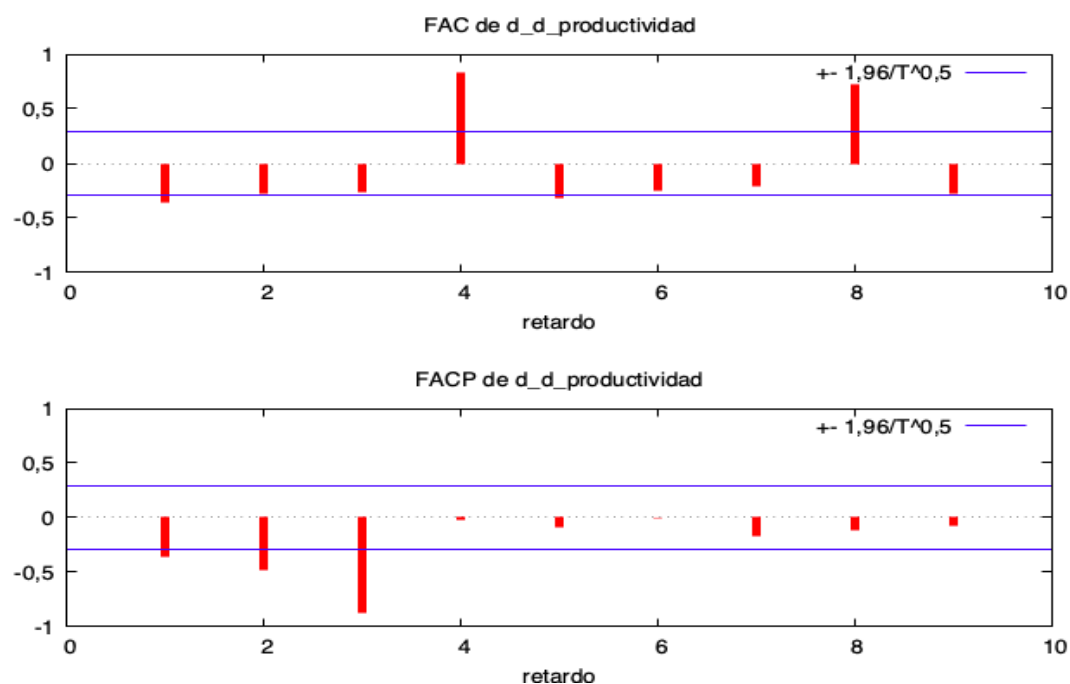


Figura 62: Correlograma productividad segunda diferencia

Función de autocorrelación para d\_d\_productividad  
 \*\*\*, \*\* y \* indica significatividad a los niveles del 1%, 5% y 10%  
 Utilizando desviación típica  $1/T^{0,5}$

RETARDO	FAC		FACP		Estad-Q.	[valor p]
1	-0,3638	**	-0,3638	**	6,4955	[0,011]
2	-0,2842	*	-0,4802	***	10,5493	[0,005]
3	-0,2578	*	-0,8772	***	13,9628	[0,003]
4	0,8336	***	-0,0244		50,4942	[0,000]
5	-0,3146	**	-0,0855		55,8236	[0,000]
6	-0,2535	*	-0,0051		59,3711	[0,000]
7	-0,2137		-0,1755		61,9558	[0,000]
8	0,7287	***	-0,1084		92,8131	[0,000]
9	-0,2716	*	-0,0750		97,2147	[0,000]

Figura 63: Correlograma productividad segunda diferencia (2)

**Test ADF**

Seguidamente, los resultados de Dickey-Fuller aumentado (ADF):

```
k = 9: AIC = -130,530
k = 8: AIC = -132,509
k = 7: AIC = -133,151
k = 6: AIC = -135,109
k = 5: AIC = -133,871
k = 4: AIC = -135,504
k = 3: AIC = -137,299
k = 2: AIC = -138,562
k = 1: AIC = -138,005
k = 0: AIC = -138,225
```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d\_d\_pib\_pca  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 44  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```
contraste con constante
incluyendo 2 retardos de (1-L)d_d_pib_pca
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -1,84769
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -5,15329
valor p asintótico 9,811e-06
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,089
diferencias retardadas: F(2, 40) = 0,357 [0,7020]
```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MC0, usando las observaciones 2009:1-2019:4 (T = 44)  
 Variable dependiente: d\_d\_d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,00411872	0,00614489	0,6703	0,5065
d_d_pib_pca_1	-1,84769	0,358546	-5,153	9,81e-06 ***
d_d_d_pib_pca_1	0,229232	0,275277	0,8327	0,4099
d_d_d_pib_pca_2	0,0915692	0,149620	0,6120	0,5440

AIC: -153,094    BIC: -145,957    HQC: -150,447

Figura 64: ADF PIB (segunda diferencia)

```

k = 9: AIC = 890,723
k = 8: AIC = 888,743
k = 7: AIC = 887,652
k = 6: AIC = 885,656
k = 5: AIC = 888,663
k = 4: AIC = 886,685
k = 3: AIC = 895,729
k = 2: AIC = 893,768
k = 1: AIC = 893,368
k = 0: AIC = 891,457

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para `d_d_mig_total`  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 40

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 6 retardos de (1-L)d_d_mig_total
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -1,21521
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -2,11682
valor p asintótico 0,2381
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,024
diferencias retardadas: F(6, 32) = 3,130 [0,0158]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2010:1-2019:4 (T = 40)  
 Variable dependiente: `d_d_d_mig_total`

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	3427,51	5702,90	0,6010	0,5521
d_d_mig_total_1	-1,21521	0,574071	-2,117	0,2381
d_d_d_mig_total_1	-0,766543	0,548749	-1,397	0,1721
d_d_d_mig_total_2	-0,684933	0,547079	-1,252	0,2197
d_d_d_mig_total_3	-0,601548	0,528309	-1,139	0,2633
d_d_d_mig_total_4	-0,0516051	0,469889	-0,1098	0,9132
d_d_d_mig_total_5	0,514019	0,363144	1,415	0,1666
d_d_d_mig_total_6	0,244738	0,163111	1,500	0,1433

AIC: 958,024    BIC: 971,535    HQC: 962,91

Figura 65: ADF migración (segunda diferencia)

```

k = 9: AIC = -300,571
k = 8: AIC = -301,203
k = 7: AIC = -297,801
k = 6: AIC = -299,764
k = 5: AIC = -298,728
k = 4: AIC = -300,418
k = 3: AIC = -299,624
k = 2: AIC = -294,278
k = 1: AIC = -246,342
k = 0: AIC = -234,812

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d\_d\_tasa\_empleo  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 37  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 8 retardos de (1-L)d_d_tasa_empleo
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -2,69051
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -3,26159
valor p asintótico 0,01672
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,099
diferencias retardadas: F(8, 27) = 30,006 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2010:4-2019:4 (T = 37)  
 Variable dependiente: d\_d\_d\_tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,000522570	0,000589298	0,8868	0,3830	
d_d_tasa_empleo_1	-2,69051	0,824908	-3,262	0,0167	**
d_d_d_tasa_emp~_1	1,02382	0,769609	1,330	0,1945	
d_d_d_tasa_emp~_2	0,683559	0,667203	1,025	0,3147	
d_d_d_tasa_emp~_3	0,304765	0,568645	0,5360	0,5964	
d_d_d_tasa_emp~_4	0,742414	0,509634	1,457	0,1567	
d_d_d_tasa_emp~_5	1,00396	0,452768	2,217	0,0352	**
d_d_d_tasa_emp~_6	0,694969	0,346047	2,008	0,0547	*
d_d_d_tasa_emp~_7	0,418160	0,254627	1,642	0,1121	
d_d_d_tasa_emp~_8	0,303271	0,152052	1,995	0,0563	*

AIC: -310,548    BIC: -294,439    HQC: -304,869

Figura 66: ADF empleo (segunda diferencia)

k = 9: AIC = -509,742  
 k = 8: AIC = -509,634  
 k = 7: AIC = -511,619  
 k = 6: AIC = -512,314  
 k = 5: AIC = -513,506  
 k = 4: AIC = -509,131  
 k = 3: AIC = -510,403  
 k = 2: AIC = -511,957  
 k = 1: AIC = -511,193  
 k = 0: AIC = -511,533

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d\_d\_factor\_demografico  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 41  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

contraste con constante  
 incluyendo 5 retardos de  $(1-L)d\_d\_factor\_demografico$   
 modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -1,67943  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(1) = -3,34158$   
 valor p asintótico 0,01315  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,037  
 diferencias retardadas:  $F(5, 34) = 2,454 [0,0530]$

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MC0, usando las observaciones 2009:4-2019:4 (T = 41)  
 Variable dependiente: d\_d\_d\_factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	3,55037e-05	3,34135e-05	1,063	0,2955	
d_d_factor_dem~_1	-1,67943	0,502587	-3,342	0,0132	**
d_d_d_factor_d~_1	0,451344	0,462211	0,9765	0,3357	
d_d_d_factor_d~_2	0,348077	0,411547	0,8458	0,4036	
d_d_d_factor_d~_3	0,128735	0,325541	0,3954	0,6950	
d_d_d_factor_d~_4	0,273157	0,242501	1,126	0,2679	
d_d_d_factor_d~_5	0,346927	0,152168	2,280	0,0290	**
AIC: -572,645    BIC: -560,65    HQC: -568,277					

Figura 67: ADF demografía (segunda diferencia)

```

k = 9: AIC = -60,7022
k = 8: AIC = -62,4507
k = 7: AIC = -64,4448
k = 6: AIC = -62,5489
k = 5: AIC = -58,7637
k = 4: AIC = -60,7604
k = 3: AIC = -62,6608
k = 2: AIC = -64,6292
k = 1: AIC = -1,58662
k = 0: AIC = 4,97320

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d\_d\_productividad  
 contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
 tamaño muestral 43  
 hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```

contraste con constante
incluyendo 2 retardos de (1-L)d_d_productividad
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -3,88283
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -23,7442
valor p asintótico 7,778e-52
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0,067
diferencias retardadas: F(2, 39) = 132,523 [0,0000]

```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
 MCO, usando las observaciones 2009:2-2019:4 (T = 43)  
 Variable dependiente: d\_d\_d\_productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-0,00639084	0,0136847	-0,4670	0,6431
d_d_productivi~_1	-3,88283	0,163528	-23,74	7,78e-52 ***
d_d_d_producti~_1	1,89313	0,116392	16,27	5,68e-19 ***
d_d_d_producti~_2	0,914823	0,0661391	13,83	1,27e-16 ***

AIC: -81,5345    BIC: -74,4897    HQC: -78,9366

Figura 68: ADF productividad (segunda diferencia)

## Test KPSS

A continuación, se presentan los resultados del test KPSS en su segunda diferenciación:

Regresión KPSS  
MCO, usando las observaciones 2008:2–2019:4 (T = 47)  
Variable dependiente: d\_d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,000702017	0,00690366	0,1017	0,9194

AIC: -152,39    BIC: -150,54    HQC: -151,694

Estimación robusta de la varianza: 0,000860954  
Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 0,171132

Contraste KPSS para d\_d\_pib\_pca

T = 47  
Parámetro de truncamiento de los retardos = 3  
Estadístico de contraste = 0,0899817

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723

Valor p > .10

Figura 69: KPSS PIB (segunda diferencia)



## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:2–2019:4 (T = 47)

Variable dependiente: d\_d\_mig\_total

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	–6291,26	17068,5	–0,3686	0,7141

AIC: 1231,36 BIC: 1233,21 HQC: 1232,05

Estimación robusta de la varianza: 2,26647e+09

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 1,70926e+12

## Contraste KPSS para d\_d\_mig\_total

T = 47

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,3414

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723
Valor p > .10			

Figura 70: KPSS migración (segunda diferencia)

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:3–2019:4 (T = 46)

Variable dependiente: d\_d\_tasa\_empleo

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	5,58535e–05	0,00137016	0,04076	0,9677

AIC: –298,891 BIC: –297,063 HQC: –298,206

Estimación robusta de la varianza: 1,08687e–05

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 0,00273303

## Contraste KPSS para d\_d\_tasa\_empleo

T = 46

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,118836

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,722
Valor p > .10			

Figura 71: KPSS empleo (segunda diferencia)

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:2-2019:4 (T = 47)

Variable dependiente: d\_d\_factor\_demografico

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	3,81973e-06	3,41172e-05	0,1120	0,9113

AIC: -651,53    BIC: -649,68    HQC: -650,834

Estimación robusta de la varianza: 3,06432e-08

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 2,90489e-05

## Contraste KPSS para d\_d\_factor\_demografico

T = 47

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,429141

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,723
Valor p interpolado	0,065		

Figura 72: KPSS demografía (segunda diferencia)

## Regresión KPSS

MCO, usando las observaciones 2008:3-2019:4 (T = 46)

Variable dependiente: d\_d\_productividad

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,00157088	0,0373944	0,04201	0,9667

AIC: 5,31531    BIC: 7,14395    HQC: 6,00033

Estimación robusta de la varianza: 0,00258619

Suma de cuadrados de los residuos acumulados: 1,32216

## Contraste KPSS para d\_d\_productividad

T = 46

Parámetro de truncamiento de los retardos = 3

Estadístico de contraste = 0,241605

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0,352	0,462	0,722
Valor p > .10			

Figura 73: KPSS productividad (segunda diferencia)

**Test EG**

A continuación, se presentan los resultados del test de Engle y Granger (el primero incluye las 5 variables iniciales del modelo y el segundo excluye la variable demografía).

Etapas 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -  
MCO, usando las observaciones 2008:3-2019:4 (T = 46)  
Variable dependiente: d\_d\_pib\_pca

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	6,13819e-05	0,000754014	0,08141	0,9355
d_d_mig_total	-1,34184e-08	8,46915e-09	-1,584	0,1208
d_d_tasa_empleo	9,10686	0,187619	48,54	7,50e-38 ***
d_d_factor_demog~	13,2742	3,49474	3,798	0,0005 ***
d_d_productividad	0,364377	0,00699678	52,08	4,38e-39 ***
Media de la vble. dep.	0,001310	D.T. de la vble. dep.	0,047666	
Suma de cuad. residuos	0,001068	D.T. de la regresión	0,005104	
R-cuadrado	0,989553	R-cuadrado corregido	0,988533	
Log-verosimilitud	180,1495	Criterio de Akaike	-350,2991	
Criterio de Schwarz	-341,1559	Crit. de Hannan-Quinn	-346,8740	
rho	-0,335410	Durbin-Watson	2,638015	

Etapas 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat  
incluyendo 4 retardos de (1-L)uhat  
tamaño muestral 41  
hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

modelo:  $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -2,30331  
Estadístico de contraste:  $\tau_c(5) = -3,38434$   
valor p asintótico 0,3824  
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,010  
diferencias retardadas:  $F(4, 36) = 5,231$  [0,0020]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Figura 74: EG en segunda diferencia

## Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -

MCO, usando las observaciones 2008:3-2019:4 (T = 46)

Variable dependiente: d\_d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	0,000220103	0,000864867	0,2545	0,8004
d_d_mig_total	-3,81474e-09	9,28553e-09	-0,4108	0,6833
d_d_tasa_empleo	9,18548	0,214217	42,88	2,63e-36 ***
d_d_productividad	0,367383	0,00798619	46,00	1,46e-37 ***
Media de la vble. dep.	0,001310	D.T. de la vble. dep.	0,047666	
Suma de cuad. residuos	0,001444	D.T. de la regresión	0,005864	
R-cuadrado	0,985876	R-cuadrado corregido	0,984868	
Log-verosimilitud	173,2150	Criterio de Akaike	-338,4299	
Criterio de Schwarz	-331,1154	Crit. de Hannan-Quinn	-335,6899	
rho	-0,377999	Durbin-Watson	2,662752	

## Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat

incluyendo 4 retardos de (1-L)uhat

tamaño muestral 41

hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$ 

modelo:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
 valor estimado de  $(a - 1)$ : -1,46169  
 Estadístico de contraste:  $\tau_c(4) = -2,5815$   
 valor p asintótico 0,6336  
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,000  
 diferencias retardadas:  $F(4, 36) = 6,866$  [0,0003]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Figura 75: EG sin productividad en segunda diferencia

### Análisis Johansen

A continuación, los análisis correspondientes al contraste de Johansen, presentando en primer lugar el cálculo de los residuos óptimos del modelo, y en segundo lugar el test Johansen propio del modelo.

Sistema VAR, máximo orden de retardos 8

Los asteriscos de abajo indican los mejores (es decir, los mínimos) valores de cada criterio de información, AIC = criterio de Akaike, BIC = criterio bayesiano de Schwarz y HQC = criterio de Hannan-Quinn.

retardos	log.veros	p(RV)	AIC	BIC	HQC
1	-112,28903		6,962580	7,824468	7,269233
2	-75,23075	0,00000	5,854250	7,405647	6,406225
3	-35,08988	0,00000	4,583678	6,824585	5,380975
4	-20,19655	0,01914	4,641924	7,572341	5,684544
5	-6,28455	0,03318	4,751818	8,371746	6,039761
6	8,43405	0,02115	4,819260	9,128698	6,352525
7	53,89002	0,00000	3,268946	8,267894	5,047534
8	114,93482	0,00000	0,898168*	6,586625*	2,922077*

Figura 76: Orden de retardos (segunda diferencia)

Contraste de Johansen:

Número de ecuaciones = 4

Orden del retardo = 7

Periodo de estimación: 2010:2 - 2019:4 (T = 39)

Caso 2: Constante restringida

Log-verosimilitud = 159,273 (Incluyendo un término constante: 48,5963)

Rango	Valor propio	Estad. traza	valor p	Estad. Lmáx	valor p
0	0,72976	92,924	[0,0000]	51,029	[0,0000]
1	0,52356	41,895	[0,0071]	28,915	[0,0037]
2	0,22309	12,980	[0,3736]	9,8446	[0,3605]
3	0,077251	3,1355	[0,5652]	3,1355	[0,5641]

Corregido por el tamaño muestral (gl = 10)

Rango Estad. traza valor p

0	92,924	[0,0063]
1	41,895	[0,0896]
2	12,980	[0,5107]
3	3,1355	[0,5787]

valor propio	0,72976	0,52356	0,22309	0,077251
--------------	---------	---------	---------	----------

Figura 77: Johansen en segunda diferencia

## Test ADF residuos

Por último, a continuación se presenta el análisis ADF correspondiente a los residuos.

```
k = 9: AIC = -290,612
k = 8: AIC = -290,013
k = 7: AIC = -290,878
k = 6: AIC = -292,864
k = 5: AIC = -294,831
k = 4: AIC = -296,719
k = 3: AIC = -296,711
k = 2: AIC = -297,822
k = 1: AIC = -291,757
k = 0: AIC = -291,096
```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat5  
contrastar desde 9 retardos, con el criterio AIC  
tamaño muestral 43  
hipótesis nula de raíz unitaria:  $a = 1$

```
contraste con constante
incluyendo 2 retardos de (1-L)uhat5
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -2,63168
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -8,13295
valor p asintótico 2,03e-13
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0,050
diferencias retardadas: F(2, 39) = 10,561 [0,0002]
```

Regresión aumentada de Dickey-Fuller  
MC0, usando las observaciones 2009:2-2019:4 (T = 43)  
Variable dependiente: d\_uhat5

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,000316825	0,000620088	0,5109	0,6123	
uhat5_1	-2,63168	0,323582	-8,133	2,03e-13	***
d_uhat5_1	1,01500	0,226835	4,475	6,47e-05	***
d_uhat5_2	0,423212	0,128731	3,288	0,0021	***
AIC: -347,901    BIC: -340,856    HQC: -345,303					

Figura 78: ADF residuos (segunda diferencia)

## .9. Modelo VECM

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del modelo VECM final.

Sistema VECM, orden del retardo 7  
 estimaciones de Máxima Verosimilitud, observaciones 2010:2–2019:4 (T = 39)  
 Rango de cointegración = 2  
 Caso 2: Constante restringida

beta (vectores cointegrantes, Desviaciones típicas entre paréntesis)

d_d_pib_pca	1,0000	0,0000
	(0,0000)	(0,0000)
d_d_mig_total	0,0000	1,0000
	(0,0000)	(0,0000)
d_d_tasa_empleo	-9,4751	1,5776e+06
	(0,89248)	(6,5957e+06)
d_d_productividad	-0,66721	-2,4564e+06
	(0,068592)	(5,0691e+05)
const	-0,00033390	-4285,3
	(0,00055735)	(4118,9)

alpha (alfa (vectores de ajuste))

d_d_pib_pca	-5,1023	7,3177e-07
d_d_mig_total	1,9515e+07	-1,8434
d_d_tasa_empleo	0,91026	-1,8225e-07
d_d_productividad	-39,000	6,8660e-06

Log-verosimilitud = 42,106194  
 Determinante de la matriz de covarianzas = 1,3562321e-06  
 AIC = 3,5843  
 BIC = 8,3617  
 HQC = 5,2984

Figura 79: VECM (1)



Ecuación 1: d\_d\_d\_pib\_pca

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_d_pib_pca_1	-0,516323	9,71833	-0,05313	0,9585	
d_d_d_pib_pca_2	-5,49408	9,29358	-0,5912	0,5654	
d_d_d_pib_pca_3	-0,277536	8,29886	-0,03344	0,9739	
d_d_d_pib_pca_4	1,28123	6,12458	0,2092	0,8378	
d_d_d_pib_pca_5	-0,555927	3,99156	-0,1393	0,8915	
d_d_d_pib_pca_6	-0,758826	1,95642	-0,3879	0,7049	
d_d_d_mig_total_1	6,10794e-08	1,01904e-06	0,05994	0,9532	
d_d_d_mig_total_2	3,05567e-07	8,46474e-07	0,3610	0,7244	
d_d_d_mig_total_3	-1,21181e-07	6,70541e-07	-0,1807	0,8596	
d_d_d_mig_total_4	-1,01452e-06	5,57294e-07	-1,820	0,0937	*
d_d_d_mig_total_5	-1,56645e-06	5,03144e-07	-3,113	0,0090	***
d_d_d_mig_total_6	-8,71537e-07	2,46690e-07	-3,533	0,0041	***
d_d_d_tasa_emp~_1	-7,94990	92,7411	-0,08572	0,9331	
d_d_d_tasa_emp~_2	41,3481	87,5112	0,4725	0,6451	
d_d_d_tasa_emp~_3	2,10327	77,6972	0,02707	0,9788	
d_d_d_tasa_emp~_4	-14,5170	57,2209	-0,2537	0,8040	
d_d_d_tasa_emp~_5	-0,475926	36,5132	-0,01303	0,9898	
d_d_d_tasa_emp~_6	-1,07525	18,2024	-0,05907	0,9539	
d_d_d_producti~_1	0,0293318	3,71873	0,007888	0,9938	
d_d_d_producti~_2	1,97561	3,57216	0,5531	0,5904	
d_d_d_producti~_3	0,292896	3,20425	0,09141	0,9287	
d_d_d_producti~_4	-0,466272	2,36197	-0,1974	0,8468	
d_d_d_producti~_5	0,0831083	1,50870	0,05509	0,9570	
d_d_d_producti~_6	0,0396836	0,734788	0,05401	0,9578	
EC1	-5,10233	9,56146	-0,5336	0,6033	
EC2	7,31769e-07	1,16119e-06	0,6302	0,5404	
Media de la vble. dep.	-0,000063	D.T. de la vble. dep.	0,082510		
Suma de cuad. residuos	0,012061	D.T. de la regresión	0,031703		
R-cuadrado	0,953379	R-cuadrado corregido	0,852366		
rho	0,281015	Durbin-Watson	1,418158		

Figura 80: VECM (2)



Ecuación 2: d\_d\_d\_mig\_total

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_d_pib_pca_1	-1,50373e+07	8,35489e+06	-1,800	0,0971	*
d_d_d_pib_pca_2	-1,37392e+07	7,98973e+06	-1,720	0,1112	
d_d_d_pib_pca_3	-1,08343e+07	7,13456e+06	-1,519	0,1548	
d_d_d_pib_pca_4	-6,98832e+06	5,26533e+06	-1,327	0,2091	
d_d_d_pib_pca_5	-1,79797e+06	3,43157e+06	-0,5239	0,6099	
d_d_d_pib_pca_6	-1,64363e+06	1,68194e+06	-0,9772	0,3477	
d_d_d_mig_total_1	-0,258020	0,876073	-0,2945	0,7734	
d_d_d_mig_total_2	-0,366424	0,727717	-0,5035	0,6237	
d_d_d_mig_total_3	-0,0457388	0,576467	-0,07934	0,9381	
d_d_d_mig_total_4	0,265338	0,479108	0,5538	0,5899	
d_d_d_mig_total_5	0,285516	0,432555	0,6601	0,5217	
d_d_d_mig_total_6	0,127993	0,212080	0,6035	0,5574	
d_d_d_tasa_emp~_1	1,43785e+08	7,97299e+07	1,803	0,0965	*
d_d_d_tasa_emp~_2	1,27165e+08	7,52337e+07	1,690	0,1168	
d_d_d_tasa_emp~_3	1,00960e+08	6,67966e+07	1,511	0,1566	
d_d_d_tasa_emp~_4	6,82678e+07	4,91930e+07	1,388	0,1904	
d_d_d_tasa_emp~_5	2,20563e+07	3,13906e+07	0,7026	0,4957	
d_d_d_tasa_emp~_6	1,60752e+07	1,56487e+07	1,027	0,3246	
d_d_d_producti~_1	6,75260e+06	3,19701e+06	2,112	0,0563	*
d_d_d_producti~_2	5,93502e+06	3,07100e+06	1,933	0,0772	*
d_d_d_producti~_3	4,75190e+06	2,75471e+06	1,725	0,1102	
d_d_d_producti~_4	3,18131e+06	2,03060e+06	1,567	0,1432	
d_d_d_producti~_5	1,08824e+06	1,29703e+06	0,8390	0,4179	
d_d_d_producti~_6	780848	631700	1,236	0,2401	
EC1	1,95155e+07	8,22003e+06	2,374	0,0351	**
EC2	-1,84341	0,998280	-1,847	0,0896	*
Media de la vble. dep.	-3986,333	D.T. de la vble. dep.	208988,3		
Suma de cuad. residuos	8,91e+09	D.T. de la regresión	27255,16		
R-cuadrado	0,994631	R-cuadrado corregido	0,982998		
rho	0,054481	Durbin-Watson	1,878149		

Figura 81: VECM (3)

Ecuación 3: d\_d\_d\_tasa\_empleo

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_d_pib_pca_1	-1,30588	0,872993	-1,496	0,1605	
d_d_d_pib_pca_2	-1,38339	0,834837	-1,657	0,1234	
d_d_d_pib_pca_3	-1,25217	0,745482	-1,680	0,1188	
d_d_d_pib_pca_4	-0,887578	0,550168	-1,613	0,1327	
d_d_d_pib_pca_5	-0,747476	0,358560	-2,085	0,0591	*
d_d_d_pib_pca_6	-0,409877	0,175744	-2,332	0,0379	**
d_d_d_mig_total_1	2,01712e-07	9,15398e-08	2,204	0,0478	**
d_d_d_mig_total_2	1,62097e-07	7,60383e-08	2,132	0,0544	*
d_d_d_mig_total_3	6,10659e-08	6,02344e-08	1,014	0,3307	
d_d_d_mig_total_4	-4,64446e-08	5,00614e-08	-0,9278	0,3718	
d_d_d_mig_total_5	-1,02030e-07	4,51972e-08	-2,257	0,0434	**
d_d_d_mig_total_6	-6,50830e-08	2,21600e-08	-2,937	0,0124	**
d_d_d_tasa_emp~_1	11,3781	8,33088	1,366	0,1971	
d_d_d_tasa_emp~_2	11,9449	7,86108	1,520	0,1545	
d_d_d_tasa_emp~_3	10,9092	6,97950	1,563	0,1440	
d_d_d_tasa_emp~_4	7,62921	5,14012	1,484	0,1635	
d_d_d_tasa_emp~_5	6,14001	3,27996	1,872	0,0858	*
d_d_d_tasa_emp~_6	3,34830	1,63512	2,048	0,0631	*
d_d_d_producti~_1	0,328954	0,334052	0,9847	0,3442	
d_d_d_producti~_2	0,401907	0,320885	1,252	0,2342	
d_d_d_producti~_3	0,397034	0,287836	1,379	0,1929	
d_d_d_producti~_4	0,275709	0,212175	1,299	0,2182	
d_d_d_producti~_5	0,239813	0,135526	1,770	0,1022	
d_d_d_producti~_6	0,127982	0,0660056	1,939	0,0764	*
EC1	0,910264	0,858901	1,060	0,3101	
EC2	-1,82252e-07	1,04309e-07	-1,747	0,1061	
Media de la vble. dep.	0,000036	D.T. de la vble. dep.	0,014589		
Suma de cuad. residuos	0,000097	D.T. de la regresión	0,002848		
R-cuadrado	0,987967	R-cuadrado corregido	0,961895		
rho	-0,063374	Durbin-Watson	2,123147		

Figura 82: VECM (4)

Ecuación 4: d\_d\_d\_productividad

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_d_pib_pca_1	36,8956	21,4894	1,717	0,1117	
d_d_d_pib_pca_2	25,0952	20,5501	1,221	0,2455	
d_d_d_pib_pca_3	35,1809	18,3506	1,917	0,0793	*
d_d_d_pib_pca_4	28,4987	13,5428	2,104	0,0571	*
d_d_d_pib_pca_5	19,1192	8,82623	2,166	0,0511	*
d_d_d_pib_pca_6	8,96913	4,32607	2,073	0,0603	**
d_d_d_mig_total_1	-5,23432e-06	2,25332e-06	-2,323	0,0386	**
d_d_d_mig_total_2	-3,44660e-06	1,87174e-06	-1,841	0,0904	*
d_d_d_mig_total_3	-1,84892e-06	1,48272e-06	-1,247	0,2362	
d_d_d_mig_total_4	-1,45750e-06	1,23230e-06	-1,183	0,2598	
d_d_d_mig_total_5	-1,58190e-06	1,11256e-06	-1,422	0,1805	
d_d_d_mig_total_6	-6,62843e-07	5,45486e-07	-1,215	0,2477	
d_d_d_tasa_emp~_1	-359,061	205,071	-1,751	0,1055	
d_d_d_tasa_emp~_2	-237,278	193,507	-1,226	0,2436	
d_d_d_tasa_emp~_3	-310,518	171,806	-1,807	0,0958	*
d_d_d_tasa_emp~_4	-254,973	126,528	-2,015	0,0669	*
d_d_d_tasa_emp~_5	-172,346	80,7388	-2,135	0,0541	*
d_d_d_tasa_emp~_6	-93,8579	40,2496	-2,332	0,0379	**
d_d_d_producti~_1	-10,1935	8,22294	-1,240	0,2388	
d_d_d_producti~_2	-6,67759	7,89883	-0,8454	0,4144	
d_d_d_producti~_3	-10,8408	7,08531	-1,530	0,1519	
d_d_d_producti~_4	-9,15381	5,22284	-1,753	0,1051	
d_d_d_producti~_5	-6,46399	3,33606	-1,938	0,0766	*
d_d_d_producti~_6	-3,36458	1,62478	-2,071	0,0606	*
EC1	-38,9995	21,1425	-1,845	0,0899	*
EC2	6,86605e-06	2,56765e-06	2,674	0,0203	**
Media de la vble. dep.					
Suma de cuad. residuos		D.T. de la vble. dep.	0,446799		
R-cuadrado		D.T. de la regresión	0,070102		
rho		R-cuadrado corregido	0,975383		
		Durbin-Watson	1,687776		

Figura 83: VECM (5)

Matriz de covarianzas cruzadas entre ecuaciones:

	d_d_pib_pca	d_d_mig_total	d_d_tasa_empleo	d_d_productividad
d_d_pib_pca	0,00030925	-141,26	1,6130e-05	0,00043787
d_d_mig_total	-141,26	2,2857e+08	-14,384	-50,395
d_d_tasa_empleo	1,6130e-05	-14,384	2,4955e-06	-1,5127e-05
d_d_productividad	0,00043787	-50,395	-1,5127e-05	0,0015121

determinante = 1,35623e-06

Figura 84: VECM (6)

## .10. Análisis impulso-respuesta

En este anexo, se muestran los resultados del análisis impulso-respuesta.

Respuestas a un shock de tamaño una desviación típica en d\_d\_pib\_pca

periodo	d_d_pib_pca	d_d_mig_total	d_d_tasa_empleod	d_productividad
1	0,017586	-8032,8	0,00091724	0,024899
2	-0,0087402	3878,6	0,00028085	-0,031526
3	0,0077096	-12821,	0,00046091	0,0092768
4	0,0027666	16561,	0,00029926	-0,00055724
5	0,0063592	-20071,	0,00058862	0,0034658
6	0,0016407	15676,	0,00071390	-0,016226
7	0,0022505	-14554,	-0,00022550	0,013568
8	0,0044399	14490,	0,00049942	-0,0012986
9	0,0035440	-9971,6	7,6469e-06	0,0090702
10	0,0025532	6752,6	0,0010827	-0,020684
11	0,0027535	-5947,8	-0,00022204	0,013383
12	-0,0020093	3092,8	-0,00025508	0,0020004
13	0,0099602	-1291,4	0,00088616	0,0026959
14	-0,0037174	322,47	0,00037974	-0,018339
15	0,0041741	-6859,6	0,00025428	0,0041354
16	0,0047757	7744,0	-0,00042948	0,024167
17	0,0044096	-8091,5	0,0011664	-0,018225
18	0,00023563	5911,1	0,00019153	-0,0041869
19	0,0050303	-10357,	0,00045127	0,0021198
20	0,0037905	12399,	-0,00018315	0,015348

Figura 85: Análisis impulso-respuesta PIB

Respuestas a un shock de tamaño una desviación típica en d\_d\_mig\_total

periodo	d_d_pib_pca	d_d_mig_total	d_d_tasa_empleod	d_d_productividad
1	0,0000	12808,	-0,00054776	0,011682
2	0,0065084	-10315,	0,00032854	0,0087863
3	-0,011348	8914,9	-0,00011508	-0,026603
4	0,0059247	-7712,2	-0,00029192	0,024599
5	-0,0046741	13177,	-0,00030529	-0,0070926
6	-0,0049794	-13605,	0,00020394	-0,018576
7	0,00053968	15035,	4,1749e-05	0,00038649
8	0,0041047	-13222,	-0,00052734	0,024826
9	-0,0039848	14258,	-0,00037318	-0,0030140
10	0,0029105	-8576,0	0,00032713	-0,0010716
11	-0,00055007	9556,3	0,00037455	-0,0098428
12	-0,00035470	-8634,0	-0,00030986	0,0061168
13	-0,0047344	11013,	-0,00083865	0,0084043
14	0,0035934	-8203,7	0,00082303	-0,012164
15	-0,0074778	10824,	-0,00045861	-0,0072216
16	0,0043049	-11761,	0,00013895	0,0060763
17	-0,0030221	18408,	-0,0011584	0,021686
18	0,0034410	-17546,	0,0010847	-0,019190
19	-0,0047294	21421,	-0,00076416	0,0073755
20	0,0052264	-23189,	0,00078443	-0,0072290

Figura 86: Análisis impulso-respuesta migración



Respuestas a un shock de tamaño una desviación típica en d\_d\_tasa\_empleo

periodo	d_d_pib_pca	d_d_mig_total	d_d_tasa_empleo	d_d_productividad
1	0,0000	0,0000	0,0011637	-0,027128
2	0,0039647	-4033,5	-0,00055976	0,025821
3	0,0020473	4751,4	-0,00053501	0,018502
4	0,0042716	-9324,5	0,00090648	-0,012328
5	-0,0068458	5750,1	0,00073901	-0,034278
6	0,0073860	-13966,	-0,00069319	0,038784
7	0,0016406	9454,7	3,1858e-05	0,0025264
8	0,00050450	-15695,	0,0010905	-0,025685
9	-0,0029677	7970,7	0,00058936	-0,021578
10	0,0096975	-15870,	-0,00060859	0,042207
11	0,00031574	16205,	0,00019272	-0,0047074
12	0,0052698	-20636,	0,0010058	-0,011159
13	-0,0031828	13789,	0,00050471	-0,019619
14	0,0098932	-17829,	-0,00022078	0,032797
15	-0,0062366	18052,	-0,00030377	-0,0091101
16	0,0063724	-24244,	0,0011699	-0,012408
17	-0,0034920	20527,	0,00020241	-0,012360
18	0,0073730	-27429,	-6,1929e-05	0,021153
19	-0,0058680	26499,	-0,00076625	0,0038138
20	0,012130	-31229,	0,0017130	-0,010690

Figura 87: Análisis impulso-respuesta empleo

Respuestas a un shock de tamaño una desviación típica en d\_d\_productividad

periodo	d_d_pib_pca	d_d_mig_total	d_d_tasa_empleod	d_d_productividad
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0044433
2	0,0072699	-7732,3	0,00075224	-0,00017020
3	-8,2955e-05	4611,4	-0,00012418	0,0037364
4	-0,0038093	-13830,	0,00045992	-0,022186
5	0,00074399	7081,1	-0,00048055	0,017409
6	0,010260	-14551,	0,00111198	-0,00076846
7	-0,0039539	7761,4	-0,00013752	-0,0067135
8	0,0032855	-22314,	0,00084017	-0,012843
9	0,0010718	21548,	-0,00053358	0,019523
10	0,013305	-30326,	0,0016228	-0,0062501
11	-0,011867	26961,	-0,00088336	-0,0084765
12	0,015189	-39283,	0,0016706	-0,0015620
13	-0,0092452	42163,	-0,0012961	0,011267
14	0,013078	-54341,	0,0019535	-0,016016
15	-0,012232	55838,	-0,0015527	0,0085388
16	0,018476	-69047,	0,0024821	-0,013491
17	-0,017719	70885,	-0,0024847	0,018658
18	0,024402	-85532,	0,0031362	-0,016898
19	-0,021789	90879,	-0,0027143	0,014996
20	0,028233	-1,1091e+05	0,0039985	-0,028533

Figura 88: Análisis impulso-respuesta productividad

## .11. Análisis ARDL

En esta sección se detallan los análisis realizados en los modelos ARDL.

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2008:4–2019:4 (T = 45)

Variable dependiente: d\_d\_pib\_pca

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_mig_total_1	1,47810e-07	5,77654e-08	2,559	0,0143	**
d_d_tasa_empleo_1	24,3819	8,86980	2,749	0,0089	***
d_d_productivi~_1	0,986757	0,354229	2,786	0,0081	***
d_d_pib_pca_1	-3,00710	0,955242	-3,148	0,0031	***
Media de la vble. dep.	0,002702	D.T. de la vble. dep.	0,047249		
Suma de cuad. residuos	0,052158	D.T. de la regresión	0,035667		
R-cuadrado no centrado	0,470790	R-cuadrado centrado	0,469019		
F(4, 41)	9,118491	Valor p (de F)	0,000023		
Log-verosimilitud	88,25077	Criterio de Akaike	-168,5015		
Criterio de Schwarz	-161,2749	Crit. de Hannan-Quinn	-165,8075		
rho	-0,147908	Durbin-Watson	2,180451		

Atención: set\_omp\_n\_threads: OpenMP is not enabled

Figura 89: Modelo ARDL

Contraste Breusch-Godfrey de autocorrelación hasta el orden 4

MCO, usando las observaciones 2008:4–2019:4 (T = 45)

Variable dependiente: uhat

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
d_d_mig_total_1	1,24060e-07	8,34748e-08	1,486	0,1457	
d_d_tasa_empleo_1	6,33448	9,47940	0,6682	0,5081	
d_d_productivi~_1	0,253254	0,379040	0,6681	0,5082	
d_d_pib_pca_1	-0,162186	0,963447	-0,1683	0,8672	
uhat_1	-0,647646	0,319840	-2,025	0,0501	*
uhat_2	0,181520	0,199650	0,9092	0,3691	
uhat_3	0,0302644	0,165628	0,1827	0,8560	
uhat_4	-0,0984572	0,166051	-0,5929	0,5568	

R-cuadrado = 0,105785

Estadístico de contraste: LMF = 1,094267,  
con valor p =  $P(F(4,37) > 1,09427) = 0,374$

Estadístico alternativo:  $TR^2 = 4,760318$ ,  
con valor p =  $P(\text{Chi-cuadrado}(4) > 4,76032) = 0,313$

Ljung-Box  $Q' = 1,52245$ ,  
con valor p =  $P(\text{Chi-cuadrado}(4) > 1,52245) = 0,823$

Figura 90: Análisis autocorrelación ARDL



Contraste de ARCH de orden 4

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
alpha(0)	0,00116330	0,000517298	2,249	0,0307 **
alpha(1)	0,0179410	0,164611	0,1090	0,9138
alpha(2)	-0,0642268	0,165160	-0,3889	0,6997
alpha(3)	-0,0870562	0,164946	-0,5278	0,6009
alpha(4)	0,00523490	0,155362	0,03369	0,9733

Hipótesis nula: no hay efecto ARCH

Estadístico de contraste: LM = 0,518564

con valor p =  $P(\text{Chi-cuadrado}(4) > 0,518564) = 0,971669$

Figura 91: Análisis ARCH ARDL

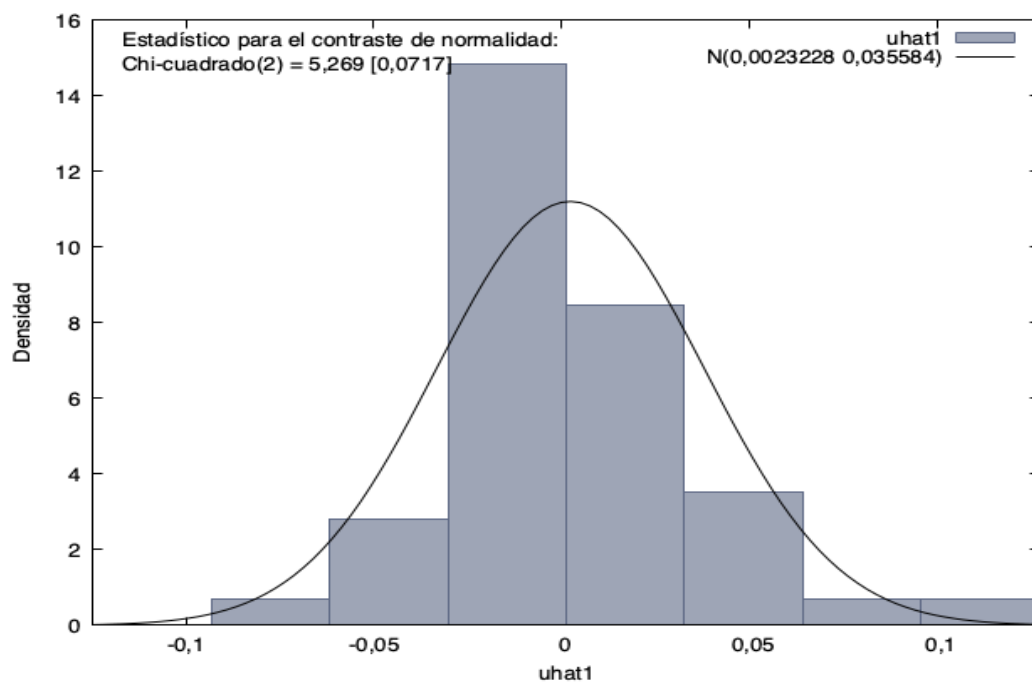


Figura 92: Análisis normalidad ARDL

Distribución de frecuencias para uhat1, observaciones 56-100  
 número de cajas = 7, media = 0,0023228, desv.típ.=0,0355842

intervalo	punto medio	frecuencia	rel	acum.
< -0,061778	-0,077517	1	2,22%	2,22%
-0,061778 - -0,030301	-0,046040	4	8,89%	11,11% ***
-0,030301 - 0,0011766	-0,014562	21	46,67%	57,78% *****
0,0011766 - 0,032654	0,016915	12	26,67%	84,44% *****
0,032654 - 0,064131	0,048393	5	11,11%	95,56% ***
0,064131 - 0,095609	0,079870	1	2,22%	97,78%
>= 0,095609	0,11135	1	2,22%	100,00%

Contraste de la hipótesis nula de distribución normal:  
 Chi-cuadrado(2) = 5,269 con valor p 0,07175

Figura 93: Análisis normalidad (2) ARDL